



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL - UFRGS**  
**ESCOLA DE ADMINISTRAÇÃO - EA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO - PPGA**  
**MESTRADO EM ADMINISTRAÇÃO**

**DESENVOLVIMENTO DE UM MODELO DE ANÁLISE**  
**MULTICRITERIAL PARA JUSTIFICATIVA DE INVESTIMENTOS EM**  
**TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO**

**PAULO RICARDO BAPTISTA BETENCOURT**

Dissertação apresentada junto ao programa de Pós-Graduação em Administração da Escola de Administração da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Administração.

**Orientador: Professor Denis Borenstein, PhD**

**Porto Alegre, novembro de 2000.**

## AGRADECIMENTOS

A elaboração de uma dissertação de mestrado é normalmente o último requisito para a obtenção do título de mestre. Muitas pessoas afetadas de algum modo pelas atividades relacionadas à sua elaboração, ou simplesmente pela ausência das pessoas queridas, devem receber o reconhecimento. Quero aqui expressar a minha profunda gratidão a todos aqueles que, de um modo ou de outro, contribuíram para a conclusão desta. A todos o meu sincero muito obrigado.

- √ Ao professor e orientador Denis Borenstein, PhD, pela orientação, pela dedicação e pelos incentivos constantes, meu agradecimento especial.
- √ A todos os professores com os quais tive o prazer de estudar, em especial ao professor Dr. Henrique Freitas, pelas contribuições e pelo incentivo.
- √ À Escola de Administração, aos funcionários, aos colegas e em especial ao GESID, que proporcionou acréscimos importantes a esta dissertação.
- √ À URI, por todo o apoio recebido.
- √ Às empresas que participaram da pesquisa, COMIL, URI e Hospital de Caridade de Santo Ângelo (HCSA), e em especial aos seus representantes

Maria Irene Betencourt Scalabrin, Bernardo Both e Ângelo Rogério Meneghetti, pela disponibilidade e pela riqueza das contribuições.

- √ À CAPES e à FAPERGS, as quais viabilizaram a realização do curso de mestrado através do convênio URI/UFRGS.
- √ Aos colegas de mestrado, em especial aos mais próximos, Raquel Janissek, Vaner José do Prado, Bernardo Both, Ângelo Rogério Meneghetti, Helenice Reis e Marlene Bieger, por sua amizade sincera e por seu companheirismo.
- √ A todos os meus amigos que, de uma forma ou outra, me convidaram a fazer outras atividades neste período, muito obrigado.
- √ Aos meus irmãos Anildo Ludovico Betencourt (Tato), Maria Goretti Baptista Betencourt (Gô), Maria de Fátima Baptista Betencourt (Fê) e Maria Irene Betencourt Scalabrin (I), pelo apoio e pela participação.
- √ Ao meu pai, embora não mais presente, que, em todas as suas lembranças, foi sempre um sinal de força e de estímulo para ir adiante.
- √ À minha mãe, Rosa Alves Baptista Betencourt, por estar a meu lado em minhas decisões, confiando, incentivando e, acima de tudo, acreditando. O porto seguro onde procuro abrigo.
- √ Em especial à minha esposa Simone Giotti Betencourt e à minha filha Bruna, pelo amor, pelo carinho e pela compreensão. Vocês são a razão de ser deste trabalho.
- √ A Deus, por tudo.

## SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	II
SUMÁRIO	IV
LISTA DE FIGURAS	VI
LISTA DE TABELAS	VIII
RESUMO	IX
ABSTRACT	X
INTRODUÇÃO	1
1. INVESTIMENTOS EM TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO	4
1.1. Tecnologia da Informação como investimento estratégico	4
1.2. Ciclo de vida de projetos em Tecnologia da Informação	8
1.3. O processo de justificativa de investimento em Tecnologia da Informação	10
2. MÉTODOS UTILIZADOS NA JUSTIFICATIVA DE INVESTIMENTOS EM TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO	14
2.1. Ferramentas para justificativa de investimentos	14
2.1.1. Métodos de avaliação de riscos para TI	15
2.1.1.1. Opção Real (RO)	15
2.1.1.2. Abordagem de Portfólio (PA)	16
2.1.1.3. Abordagem Delphi (DA)	16
2.1.2. Métodos para avaliação de investimentos em TI para benefícios tangíveis	17
2.1.2.1. Retorno do Investimento (ROI)	18
2.1.2.2. Análise de Custo-Benefício(CBA)	19
2.1.2.3. Retorno em Gerenciamento (ROM)	22
2.1.2.4. Informações Econômicas (IE)	22
2.1.3. Métodos para avaliação de TI para benefícios intangíveis	23
2.1.3.1. Multi-objetivo / Multi-critério (MOMC)	23
2.1.3.2. Análise de Valor (VA)	24

2.1.3.3.	Fatores Críticos de Sucesso (CSF)	25
2.2.	Escolha do método	27
3.	<b>OBJETIVOS</b>	<b>33</b>
3.1.	Geral	33
3.2.	Específicos	33
4.	<b>METODOLOGIA DE PESQUISA</b>	<b>34</b>
4.1.	Método de Pesquisa	34
4.1.1.	Atividade 1: Identificação da situação problemática	35
4.1.2.	Atividade 2: Derivação de um modelo que mapeia a situação problemática	35
4.1.3.	Atividade 3: Validação do Modelo	36
5.	<b>CONSTRUÇÃO DO MODELO MULTICRITERIAL</b>	<b>38</b>
5.1.	Escolha do método de análise de decisão multicriterial	38
5.2.	Descrição do método AHP	41
5.2.1.	A técnica empregada pelo método AHP	44
5.2.2.	Visões críticas das limitações do método e dos <i>softwares</i> que o implementam	49
5.3.	O modelo multicriterial	53
6.	<b>VALIDAÇÃO DO MODELO MULTICRITERIAL</b>	<b>70</b>
6.1.	Processo de validação de um modelo	70
6.2.	Unidades de análise	73
6.3.	O processo de validação aplicado à pesquisa	74
6.3.1.	Validação dos critérios – validação de face	75
6.3.2.	Validação através da aplicação do modelo a decisões passadas – “ <i>user assessment</i> ”	80
6.3.2.1.	O caso COMIL – CAD x Solid Edge ( <i>software</i> ) – Problema 1	80
6.3.2.2.	O caso URI – URI x System ( <i>software</i> ) – Problema 2	87
6.3.3.	Validação através da aplicação do modelo a situações futuras – teste de campo	93
6.3.3.1.	O caso URI – System x Sênior ( <i>software</i> ) – Problema 3	94
6.3.3.2.	O caso HCSA – HP x DELL x Compaq ( <i>hardware</i> ) – Problema 4	100
6.4.	Análise global do processo de validação	108
7.	<b>CONCLUSÕES</b>	<b>110</b>
7.1.	Limites da pesquisa	112
7.2.	Pesquisas futuras	113
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>115</b>
	<b>ANEXOS</b>	<b>122</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Tecnologia da Informação no contexto de negócio _____	8
Figura 2 – Representação hierárquica da meta, dos objetivos e das alternativas ____	42
Figura 3 – Definição dos critérios (ou atributos) _____	54
Figura 4 – Modelo hierárquico de critérios _____	56
Figura 5 – Visualização do modo de votação do Expert Choice® _____	66
Figura 6 – Visualização parcial dos escores atribuídos aos critérios _____	67
Figura 7 – Visualização dos escores obtidos em cada alternativa _____	68
Figura 8 – Visualização parcial da análise de sensibilidade _____	69
Figura 9 – Esquema de relação entre os modelos e as atividades de validação ____	72
Figura 10 – Visão parcial do <i>site</i> utilizado no processo de validação de face do modelo _____	75
Figura 11 – Escores registrados para os aspectos operacionais, táticos e estratégicos _____	77
Figura 12 – Escores registrados para os subcritérios dos aspectos operacionais ____	78
Figura 13 – Escores registrados para os subcritérios dos aspectos táticos _____	78
Figura 14 – Escores registrados para os subcritérios dos aspectos estratégicos ____	79
Figura 15 – Visão parcial dos escores associados aos critérios no caso COMIL - Problema 1 _____	81
Figura 16 – Escores das alternativas do Problema 1 _____	82
Figura 17 – Análise de sensibilidade – Problema 1 (escores originais) _____	83
Figura 18 – Análise de sensibilidade – Problema 1 (escores alterados) _____	84
Figura 19 – Visão parcial dos escores associados aos critérios no caso URI - Problema 2 _____	88

Figura 20 – Escores das alternativas do Problema 2 _____	89
Figura 21 – Análise de sensibilidade – Problema 2 (escores originais) _____	90
Figura 22 – Análise de sensibilidade – Problema 2 (escores alterados) _____	91
Figura 23 – Visão parcial dos escores associados aos critérios no caso URI - Problema 3 _____	95
Figura 24 – Escores das alternativas do Problema 3 _____	96
Figura 25 – Análise de sensibilidade – Problema 3 (escores originais) _____	97
Figura 26 – Análise de sensibilidade – Problema 3 (escores alterados) _____	98
Figura 27 – Visão parcial dos escores associados aos critérios no caso HCSA - Problema 4 _____	102
Figura 28 – Escores das alternativas do Problema 4 _____	104
Figura 29 – Análise de sensibilidade – Problema 4 (escores originais) _____	105
Figura 30 – Análise de sensibilidade – Problema 4 (escores alterados) _____	106

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Custos dos Sistemas de Informação que são facilmente negligenciados numa análise de Custo-Benefício _____	21
Tabela 2 – Relação entre os principais métodos de avaliação de investimentos em TI _____	26
Tabela 3 – Comparação aos pares para o julgamento dos elementos X e Y_____	45
Tabela 4 – Síntese da análise de sensibilidade do caso COMIL – Problema 1 _____	85
Tabela 5 – Síntese da análise de sensibilidade do caso URI – Problema 2 _____	92
Tabela 6 – Síntese da análise de sensibilidade do caso URI – Problema 3 _____	99
Tabela 7 – Síntese da análise de sensibilidade do caso HCSA – Problema 4 _____	103
Tabela 8 – Escores e análise estatística associada a cada critério _____	123
Tabela 9 – Grau de satisfação para cada tipo de validação _____	149



## RESUMO

A justificativa de investimentos em Tecnologia da Informação (TI) é um processo de decisão estratégico. Contudo, muitos tomadores de decisão, dada a complexidade dos problemas, acabam por reduzi-lo a um único critério, normalmente monetário, ou a utilizar critérios mais facilmente mensuráveis, em detrimento daqueles relacionados a possíveis benefícios estratégicos ligados à TI. Esse fato pode ser associado à falta de instrumentos de apoio à decisão com habilidade de capturar todos os múltiplos aspectos envolvidos na justificativa de investimentos em TI.

A Pesquisa Operacional pode auxiliar esse processo através do desenvolvimento de modelos multicriteriais, visando contemplar, conjuntamente, os aspectos tangíveis e intangíveis normalmente associados a esse tipo de investimento. Nesse sentido, este trabalho apresenta o desenvolvimento de um modelo de decisão multicriterial para a justificativa de investimentos em TI. A implementação do modelo foi realizada utilizando-se o método AHP (do inglês, “Analytic Hierarchy Process”), através do software Expert Choice®. O modelo foi validado através da sua submissão a vinte especialistas da área e através da sua aplicação em problemas de decisão. Os resultados obtidos na validação comprovam a generalidade e o potencial do modelo como ferramenta de decisão para o processo de justificativa de investimentos em TI.

## **ABSTRACT**

Investments in Information Technology (IT) are in essence a strategic decision process. However, many decision makers, given the complexity of the problems, end up for reducing it to approach, usually monetary, or to use approaches more easily measurable, in detriment to those related to possible strategic benefits associated to IT. This fact is a consequence of the lack of supporting decision tools with the ability of capturing all the multiple aspects involved in the justification of IT investments.

The Operations Research / Management Sciences can aid that process through the development of multicriterial models, seeking to contemplate the tangible and intangible aspects simultaneously usually associated to this type of investment. In this sense, this document presents the development of a multicriterial decision making model for the justificative of investments in IT. The implementation of the model was accomplished the method AHP (Analytic Hierarchy Process), through the software Expert Choice™. The model was validated through its submission to twenty specialists in the area and through its application in decision problems. The results obtained in the validation prove the generality and the potential of the model as a tool of decision for the process of justificative of investments in IT.

## **INTRODUÇÃO**

O grande desafio empresarial deste final de século não é apenas a assimilação das tecnologias emergentes, mas a promoção de mudanças estruturais e filosóficas das organizações, que permitam o uso eficiente e eficaz da Tecnologia da Informação (TI) (Ensslin *et al.*, 1996). Nesse sentido, a TI tem evoluído de um mero meio de automação de dados para ser, hoje em dia, uma infra-estrutura crítica para a realização de negócios (Wen *et al.*, 1998). Nas últimas décadas, os investimentos em TI cresceram de forma exponencial, refletindo a sua importância. Institutos vinculados ao governo norte-americano indicam que gastos com TI contabilizam quase a metade de todos os gastos com equipamentos duráveis naquele país (Sriram, *et al.*, 1997). Evidência semelhante é constatada em outros países, como no Brasil, através de um estudo realizado em instituições bancárias (Maçada e Becker, 1998).

Há uma clara tendência para que os níveis de investimentos em TI cresçam ainda mais no futuro (Awad, 1988 e Furlan, 1991). Esse fato decorre do aumento considerável de equipamentos baseados na tecnologia dos computadores e das telecomunicações. Embora haja uma tendência clara de investimentos nesta área, a justificativa da adoção da TI não é simples (Broaden e Dale, 1990). Em geral, o processo de justificativa adotado pelas organizações não é adequado, pois não reflete

o potencial da vantagem competitiva da TI, comprometendo a sua posterior aplicação (Jackson e Upton, 1994). Em muitos casos, se mal avaliados, tais investimentos acabam por comprometer o futuro das organizações (Wang, Gopal e Zions, 1995).

De uma maneira geral, todas as decisões de investimento são problemáticas, mas a comunidade da TI parece estar distante da avaliação de seus investimentos (Powell, 1992). Benefícios são perdidos por inépcia gerencial, motivada pelo desconhecimento da importância da TI como suporte às estratégias das organizações.

Os “*outputs*” produzidos pela TI tendem a ser intangíveis e difíceis de medir (Quinn e Baily, 1994). Além disso, há uma forte tendência de concentração em aspectos tangíveis, em detrimento de possíveis aspectos intangíveis, em alguns casos mais importantes (considerando o elemento estratégico), associados à TI (Hinton e Kaye, 1996). Dada a dificuldade de identificar e avaliar os diversos aspectos relacionados aos investimentos em TI, muitos executivos acabam tendo dúvidas sobre o verdadeiro retorno de tais investimentos (Wen *et al.*, 1998). A justificativa de projetos em TI deve assumir, dessa forma, que aspectos tangíveis e intangíveis são representativos e que, se ambos forem considerados, darão maior credibilidade às medidas do valor do investimento (Grantham, 1995).

Este documento tem como objetivo apresentar o desenvolvimento de um modelo de justificativa de projetos em TI que contemple aspectos tangíveis e intangíveis, a fim de melhorar o processo de decisão de investimentos nesse setor. O

modelo foi validado utilizando-se os métodos de validação de face, “*user assessment*” e teste de campo.

A sua organização é a seguinte: inicialmente é feita uma exploração do tema “investimentos em TI”, enfatizando o aspecto estratégico. A seguir, aborda-se a justificativa de investimentos em TI, identificando-se as principais ferramentas utilizadas nesse processo e a opção do método para a pesquisa. Seguem os objetivos, a metodologia, a construção e a validação do modelo. Ao final, são apresentadas as conclusões da pesquisa.

## **1. INVESTIMENTOS EM TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO**

Este capítulo tem início com a apresentação de uma abordagem estratégica para a TI, seguindo com a contextualização do processo de justificativa dentro do ciclo de vida dos sistemas (dos quais a TI faz parte), finalizando com a justificativa de investimentos em TI.

### **1.1. Tecnologia da Informação como investimento estratégico**

A TI está presente nos mais variados segmentos da sociedade e sua adoção traz profundas modificações nas atividades a serem realizadas, na maneira como são conduzidas e na sua implicação para a *performance* global do negócio ao qual está vinculada. Conforme recente pesquisa chamada “Produtividade na Computação: Evidências de uma Pesquisa em Empresas”, realizada por Eric Brynjolfsson, professor da Sloan School Management, do MIT (do inglês “Massachusetts Institute of Technology”), e Lorin Hitt, da Wharton School, da Universidade da Pensilvânia, é possível perceber que a contribuição da TI para a produtividade aumenta com os investimentos. Os ganhos continuam durante um período de cinco anos, porque as companhias resolvem seus problemas e os funcionários se sentem mais à vontade nos novos processos. Nesse período as empresas também descobrem outros meios de

aplicar as novas ferramentas para melhorar ainda mais os ganhos<sup>1</sup>. Além disso, computadores contribuem significativamente para os níveis dos resultados das firmas, até mesmo depois de contabilizar a depreciação, os erros de medida e algumas limitações de dados (Brynjolfsson e Hitt, 1996 e Brynjolfsson, 1994).

Reforçando essa posição, Barros (2000) afirma que a TI está deixando de ter conotação de ferramenta para transformar-se em negócio. Essa conclusão está baseada em entrevistas realizadas junto a executivos de TI, tais como Daniel Parke (diretor da Bloomberg para a América Latina), Bruno Maisonnier (vice-presidente operacional do Banco Boavista) e Fábio Cornibert (diretor de Administração e Finanças da Johnson & Johnson). Uma síntese de suas declarações é expressa abaixo:

“Para nós, a TI é hoje a principal ferramenta para entregarmos nosso produto final aos clientes”;

“A TI é a fábrica que fornece a inteligência dos dados, ferramentas de análise que nos permitem atender aos clientes”;

“Além da velocidade, conseguimos nos integrar a clientes, fornecedores e consumidores, o que, sem dúvida, abre novos horizontes de oportunidades e melhorias de processo”;

“Eu posso focar meu cliente de forma ágil e sem custos desnecessários, por isso, a TI é para nós um centro de negócios que apresenta custos e também receitas”.

Apesar da sensação geral de aumento de produtividade, às vezes, é difícil para os economistas avaliarem o real retorno de investimentos em TI. Exemplo disso são

---

<sup>1</sup> Information Week Brasil. 17 de maio de 2000 – Ano 2, n. 22

os caixas eletrônicos, que aperfeiçoam a comodidade para os clientes ao mesmo tempo em que aumentam a produtividade dos bancos. “Assim, é difícil para as companhias medirem os muitos benefícios de seus investimentos em tecnologia”, avalia Brynjolfsson *apud* Barros (2000). Além de aumentar a produção dos funcionários, o crescimento da produtividade relacionada à TI inclui o aperfeiçoamento do serviço ao cliente, a variedade e a qualidade dos produtos, o melhor tempo de resposta e a maior personalização de produtos e serviços. Nenhum deles realmente é fácil de se quantificar em termos de retorno de investimentos<sup>2</sup>.

Embora benefícios operacionais sejam mais facilmente percebidos e avaliados, há uma preocupação com a necessidade de considerar questões estratégicas impulsionadas pela TI. Essa preocupação está refletida num recente relatório publicado pela IFAC (do inglês, “International Federation of Accountants”) chamado “O Impacto da Tecnologia da Informação na Profissão de Contabilidade”, no qual os investimentos em TI devem ser vistos em termos de:

- ✓ Transformação do negócio em vez de sofisticação tecnológica;
- ✓ O negócio como um todo e não simplesmente em termos de custos financeiros e benefícios da TI por ela própria;
- ✓ Seu impacto é nos negócios, e não nos sistemas de informação;
- ✓ A responsabilidade executiva repousa sobre o gerente de negócios em lugar do gerente de TI;
- ✓ A TI alinhada com a estratégia do negócio e não implementada simplesmente por razões da própria TI;

---

<sup>2</sup> Information Week Brasil. 17 de maio de 2000 – Ano 2, n. 22



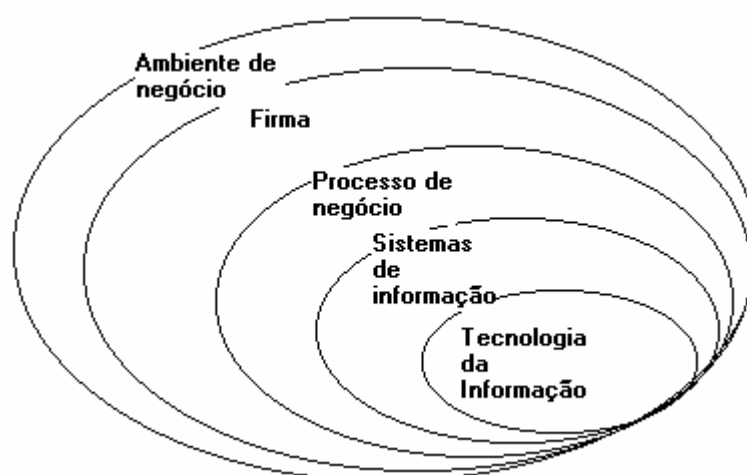
✓ Criação de uma plataforma para a TI, e não de sistemas isolados.

O relatório prossegue indicando que avaliações simples de benefícios em aplicações em TI são inapropriadas porque afetam a direção em que a organização deverá trabalhar. Algumas tarefas podem ser impossíveis sem a TI, caracterizando-a como um recurso estratégico, o qual necessita ser considerado num contexto mais amplo de negócio. O relatório conclui que novas técnicas são requeridas para avaliar investimentos em TI, e os mesmos afetam a posição competitiva das companhias, seus controles internos e as economias de gastos.

Nesse mesmo sentido, autores como Slagmulder e Bruggeman (1992) defendem que a justificativa estratégica de investimentos deve vir à frente dos aspectos puramente financeiros. Os oponentes da avaliação puramente financeira também argumentam que existem muitos fatores intangíveis que não podem ser medidos por métodos financeiros. Estes são, freqüentemente, mais importantes que os efeitos mensuráveis de curto prazo na lucratividade e no fluxo de caixa (Hundy e Hamblin, 1988). Outros, como Aggarwal (1991), Kakati (1991), Slagmulder e Bruggeman (1992) argumentam que uma boa análise de investimento considera *todos* os fatores relevantes, ou seja, é necessário integrar considerações tangíveis e intangíveis. Além disso, os investimentos em novas tecnologias, entre elas a TI, exigem quantias iniciais extremamente altas (alguns chegam a consumir vários milhões de dólares). Dessa forma, a decisão de investir nessa área é de risco e estratégica por natureza (Swamidass e Waller, 1990).

## 1.2. Ciclo de vida de projetos em Tecnologia da Informação

A compreensão clara do papel da TI passa pela sua contextualização. Uma visão dissociada do contexto pode omitir possíveis benefícios e/ou custos advindos de sua adoção. Para Alter (1996), a TI é o *hardware* e o *software* que tornam os sistemas de informação (SI) possíveis, oferecendo meios de capturar, transmitir, armazenar, alterar, manipular ou exibir informações utilizadas em um ou mais processos de negócio através dos SI. A Figura 1 representa a relação entre a TI e os demais componentes de um contexto de negócio.



**Figura 1 – Tecnologia da Informação no contexto de negócio**

Fonte: Alter (1996)

Dessa forma, a TI não deve ser vista apenas como uma sofisticação tecnológica, mas, sim, como um meio de viabilizar os projetos de SI. Nestes, o uso da TI é essencial, pois é ela quem oferece a infra-estrutura necessária à sua existência.

O desenvolvimento de SI, por sua vez, pode se dar de várias formas (ciclo de vida tradicional, semi-estruturado, estruturado ou por prototipação) (Yourdon, 1992).

Basicamente, é composto de quatro fases: inicialização, desenvolvimento, implementação e operação/manutenção. Independente da metodologia de desenvolvimento adotada, todo o projeto tem uma fase ou atividade que marca o seu início, recebendo diferentes denominações: levantamento (Yourdon, 1992), inicialização (Alter, 1996), engenharia de sistemas (Pressman, 1995). Dentre as muitas atividades relacionadas a essa etapa, destaca-se a necessidade de elaborar uma estimativa dos investimentos necessários, bem como dos possíveis benefícios advindos do projeto. Além disso, muitas escolhas são feitas neste ponto como, por exemplo, a seleção de um protocolo de comunicação de dados, uma arquitetura de computador, a contratação de um serviço para comunicação externa de dados, etc. Avaliações erradas em relação a TI nessa fase, seja de cunho financeiro ou de benefícios associados a ela, pode comprometer o potencial do projeto. Alguns estudos, como o de Paulsen e Rader (1994) demonstram isso. Eles lembram o que muitas organizações tiveram medo de admitir: a TI tem falhado em promover um suporte para crescimento econômico tão fortemente associado à varredura das mudanças tecnológicas. Uma das razões para que isso ocorra é que as organizações, em geral, usam os métodos errados para avaliar economicamente a tecnologia. Powell (1992) conclui que algumas empresas sequer fazem avaliação de seus investimentos, pois não têm objetivos e, assim, não têm nenhuma unidade pela qual possam medir os sistemas propostos, e a automação é vista como obrigatória, dispensando um processo normal de avaliação.

### **1.3. O processo de justificativa de investimento em Tecnologia da Informação**

Como foi apresentado anteriormente, a justificativa de investimentos em TI pode determinar o sucesso ou não de um projeto. Reconhecer e avaliar possíveis benefícios estratégicos advindos dessa tecnologia é uma tarefa difícil, porém necessária. A análise errada pode levar a conclusões distorcidas sobre o verdadeiro retorno de tais investimentos. Esta preocupação não é recente. Em meados dos anos 80, foi expressa a preocupação sobre a existência de um paradoxo de produtividade: embora firmas dos EUA estivessem investindo pesadamente em TI, esses investimentos não estavam, em geral, dando o retorno esperado, ou seja, muitos estudos que investigaram os investimentos realizados em TI não encontraram relação significativa entre a *performance* das firmas e os investimentos em TI (Shafer e Byrd, 2000). O paradoxo tornou-se, rapidamente, parte da razão pela qual companhias passaram a evitar investimentos adicionais em TI. Quinn e Baily (1994) apresentam um recente relatório do National Research Council, onde é possível identificar que a TI melhorou o desempenho do setor de serviço substancialmente. Porém, não existem pesquisas científicas confiáveis que possam medir tal desempenho. Mesmo as organizações melhor administradas, concluem os autores, avaliam e alocam investimentos em TI de modo semelhante aos investimentos realizados em outras áreas e para outras tecnologias.

A dificuldade para decidir sobre investimentos em TI, segundo Ford (1994), pode residir sobre um ou mais dos seguintes aspectos:

- √ Serão requeridas significativas mudanças comportamentais e organizacionais;
- √ É difícil decidir o que, exatamente, a TI irá beneficiar;
- √ Os investimentos em TI freqüentemente causam uma mudança no poder (baseado na informação);
- √ Qualquer estratégia nova precisa de alguém para patrociná-la, para fazê-la funcionar.

Ainda segundo o mesmo autor, com freqüência, decisões de investimentos futuros são complicados pelos gerentes, os quais acreditam que:

- √ A TI suporta funções ao invés de uma linha de funções;
- √ Sistemas de TI são de suporte por natureza;
- √ Decisões de investimentos estão meramente baseadas em análise de custo/benefício;
- √ A instalação de computadores no meio empresarial precisará de poucos empregados;
- √ Os tecnocratas da TI sabem mais do que os gerentes, fazendo com que muitos investimentos em sistemas críticos tenham sido feitos numa direção puramente tecnológica, ao invés de focada no negócio;
- √ Os gastos em TI deveriam ser uma porcentagem das vendas ou algum outro artigo de despesa. Isto está obviamente errado e, freqüentemente, as pessoas que ainda procuram uma resposta absoluta acreditam nisso. Além do mais, não há uma correlação simples entre gastos com TI e o sucesso do negócio;

√ O valor da TI é a soma de seus “inputs”.

A importância da TI como elemento competitivo estratégico faz com que várias organizações considerem-na como um dos mais importantes investimentos. Porém, Powell (1992) argumenta que o investimento em TI apresenta sérios problemas de justificativa em função das rápidas mudanças constatadas nesta tecnologia. Ainda, segundo o mesmo autor, qualquer longo prazo fixado num projeto está quase obsoleto antes de começar e estará “ultrapassado” até que seja instalado completamente.

Ford (1994) apresenta outras razões para a dificuldade de avaliar a efetividade dos investimentos em TI. Este autor cita um projeto de pesquisa do MIT que, em síntese, relata que a maioria faz análise de custo/benefício para projetos, sendo que a maioria delas é fictícia. Continua, dizendo que o mais problemático é que não apenas os benefícios são fictícios, mas os custos também. “Nós temos dificuldade de convencer a nós mesmos do negócio, em termos de valor. Nós justificamos custos de novos sistemas baseados em mentiras e super orçamentos, então não temos a medida do verdadeiro valor do negócio” (Ford, 1994). Para o autor, os gerentes vêm com frequência a TI como cara e limitada e não sabem como avaliar os efeitos dos investimentos da mesma na *performance* organizacional.

Conforme o exposto acima, a TI possui muitas implicações num contexto organizacional. Identificar e analisar tais implicações simultaneamente torna-se uma tarefa complexa (o que leva muitas vezes à sua não realização ou à sua realização

apenas parcial). Vários métodos podem ser utilizados nesse processo. A seguir são apresentados os principais métodos utilizados nessa tarefa, bem como uma análise de suas limitações.

## **2. MÉTODOS UTILIZADOS NA JUSTIFICATIVA DE INVESTIMENTOS EM TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO**

Muitos métodos foram e estão sendo utilizados como suporte ao processo de justificativa de investimentos em TI. Basicamente, o que pode ser feito com a maioria deles é uma análise financeira do retorno que tais investimentos trarão no futuro. Este tipo de análise tem sido utilizado, em muitos casos, como único processo de justificativa, trazendo dúvidas às organizações sobre o retorno de seus investimentos em TI, conforme argumentado anteriormente.

Segue uma descrição sumária dos principais métodos utilizados, suas características e limitações. Na seção 2.2, argumenta-se sobre a escolha do método para implementar o modelo proposto nesta pesquisa.

### **2.1. Ferramentas para justificativa de investimentos**

Nos últimos anos, pesquisas têm incrementado significativamente o potencial da TI. O número de ferramentas tem crescido consideravelmente e seu preço declinado drasticamente (Lai *et al.*, 1999). Devido à complexidade dos produtos e à profusão de alternativas, um processo sistemático de seleção pode ser formidável, porém, extremamente caro. Entretanto, o impacto de decisões ruins pode ser maior,



não apenas em termos monetários, mas em termos de seu impacto nas atitudes gerenciais (Lai *et al.*, 1999).

Essas mudanças ocorridas na TI requerem, freqüentemente, investimentos de uma natureza diferente daqueles feitos no passado. Os itens de investimentos tendem a ser mais amplos, as incertezas associadas com eles, aparentemente, muitos maiores e seu impacto organizacional, muito mais disperso. Além disso, eles tendem a ter uma importância estratégica muito maior do que investimentos em plantas, processos e produtos (Ashford *et al.*, 1988).

A seguir, serão apresentados os principais métodos tradicionalmente utilizados para avaliação em investimentos em TI. Esta classificação é baseada em Wen *et al.* (1998).

### **2.1.1. Métodos de avaliação de riscos para TI**

Os principais métodos para avaliação de riscos para TI são: Opção Real (RO, do inglês “Real Option”), Abordagem de Portfólio (PA, do inglês “Portfólio Approach”) e Abordagem Delphi (DA, do inglês “Delphi Approach”).

#### **2.1.1.1. Opção Real (RO)**

Apesar dos métodos de ROI (do inglês, “Return on Investment”) embutirem o risco na taxa de desconto utilizada, as conclusões podem ser equivocadas frente à

incerteza. Opção Real usa três tipos de dados: (1) as estratégias atuais e possíveis estratégias futuras de negócios; (2) as capacidades desejáveis e possíveis do sistema e (3) os riscos e custos relativos de outras tecnologias de informação que poderiam ser escolhidas. Este método pode ajudar a avaliar os riscos associados com decisões de investimento em TI, levando em conta que as estratégias de negócio e demandas do sistema podem ser alteradas. A grande desvantagem deste método é que ele é fortemente subjetivo e qualitativo.

#### **2.1.1.2. Abordagem de Portfólio (PA)**

Esta abordagem foca três dimensões que influenciam o risco inerente ao investimento em TI: (1) o tamanho dos projetos e a carga de trabalho que deve ser suportada pelo sistema; (2) a experiência em lidar com tecnologia e (3) a capacidade de tratar com projetos extremamente estruturados. Esta abordagem sugere que a empresa não apenas deve avaliar o risco de cada projeto, mas também deve desenvolver um perfil de “risco agregado” do investimento em TI. Por outro lado, apesar deste método ser muito eficiente, é principalmente quantitativo, o que lhe impõe restrições em sua aplicabilidade prática.

#### **2.1.1.3. Abordagem Delphi (DA)**

Esta técnica consiste de uma análise na qual estimativas individuais de probabilidade de eventos futuros associados a situações de decisão são fornecidas por vários “*experts*”. As estimativas são coletadas e distribuídas por todos os “*experts*”.

Todos eles são, então, questionados sobre se mudariam as suas avaliações iniciais baseados nos *inputs* dos outros “*experts*”. Depois que todos os *inputs* são armazenados, valores finais são avaliados e resumidos. Se os resultados são razoavelmente consistentes, um valor global é avaliado para todos. Caso contrário, eles são questionados para discutir as instâncias das inconsistências e tentar alcançar um comprometimento comum como valor final. Apesar deste método trabalhar com fatores tangíveis e intangíveis, é limitado por ser fortemente qualitativo.

Métodos para benefícios intangíveis dão ênfase no processo de obtenção de acordo com os objetivos, através de estudos exploratórios e de aprendizado mútuo. Tais métodos tendem a confiar numa compreensão completa das oportunidades e das ameaças de fracasso do investimento em TI. Por outro lado, a maioria dos métodos de avaliação da TI para benefícios tangíveis é designada para comparar custos de alternativas de investimentos ou tentar prover procedimentos para a quantificação de benefícios e riscos. Tais métodos tendem a confiar no auxílio de pessoal técnico e nos dados contábeis para avaliação.

### **2.1.2. Métodos para avaliação de investimentos em TI para benefícios tangíveis**

As principais categorias para benefícios tangíveis incluem: (1) Retorno do investimento (ROI), (2) Análise de Custo-Benefício (CBA, do inglês “Cost-Benefit Analysis”), (3) Retorno em Gerenciamento (ROM, do inglês “Return on Management”) e (4) Informações Econômicas (IE, do inglês “Information Economics”).

### 2.1.2.1. Retorno do Investimento (ROI)

Métodos de ROI têm sido largamente discutidos como procedimentos possíveis para avaliação de investimentos em TI. A taxa do ROI é a medida de produtividade definida como o lucro ou o retorno dividido pelo investimento requerido, para auxiliar na obtenção do lucro ou do retorno para a firma. A suposição básica dos métodos de ROI é que um investimento, hoje, deveria se render a um retorno positivo no futuro. Existem três métodos mais comuns que utilizam ROI: Valor Presente Líquido (NPV, do inglês “Net Present Value”), Fluxo de Caixa Descontado (DCF, do inglês “Discounted Cash Flow”) e Período de Payback (PP, do inglês “Payback Period”). Métodos de ROI devem ser a escolha natural para organizações que estão comprometidas com disciplinas financeiras rigorosas e com expectativas de economias diretas mensuráveis dos seus investimentos em TI (Wen *et al.*, 1998).

Embora os procedimentos de justificativa financeira que usam DCF sejam extensamente usados, eles têm sido amplamente criticados na literatura, por várias razões. Tais métodos são incapazes de capturar muitos dos benefícios intangíveis que a TI traz para a organização. Além disso, nenhum dos métodos de DCF leva em conta o valor do tempo em dinheiro (Swamidass e Waller, 1990). Pearson apud Swamidass e Waller (1990), Sriram *et al.* (1997) e Ashford *et al.* (1988) argumentam que todas as técnicas formais de avaliação financeira (incluindo DCF) são inibidoras de investimentos. Eles argumentam que isto não é um resultado de erro matemático, mas o resultado da “cultura básica do negócio”. Outro argumento contra estes

métodos é que, se estivermos considerando dois projetos com ciclo de vida diferentes, uma influência adicional será introduzida. Por exemplo, projetos com curtos períodos de retorno serão favorecidos em relação àqueles projetos com períodos de retorno maiores.

### **2.1.2.2. Análise de Custo-Benefício (CBA)**

Segundo Custódio (1983), a análise de custo-benefício tem sido apontada como um dos instrumentos mais adequados para a avaliação de projetos de investimento, dado o fato de que força a colocação tanto dos fatores positivos (benefícios) quanto dos fatores negativos (custos) dos projetos, dentro de um mesmo padrão de comparação: um valor monetário.

As bases desta teoria estão assentadas na teoria econômica. Mais do que uma metodologia, correspondem a um conjunto de conceitos e princípios que devem ser observados a fim de que possam ser consideradas tecnicamente válidas e seus resultados fidedignos (*idem*).

A análise de custo-benefício tenta superar o problema do ROI encontrando alguma medida substituta para custos intangíveis ou benefícios, os quais possam ser expressos em termos monetários. Esta análise tenta negociar com dois problemas que são: (1) a dificuldade de quantificar o valor dos benefícios que não são provenientes diretamente do projeto e (2) a dificuldade de identificar os benefícios ou custos, os

quais não têm um valor óbvio de mercado ou preço (isto é, fatores intangíveis). Este método requer a aceitação externa das medidas associadas aos intangíveis.

Muitos dos benefícios e dos custos envolvidos num projeto podem apresentar dificuldades para quantificar. Um exemplo seria o aumento da integração através do uso de redes de computadores, a troca on-line de informações, etc. Dos benefícios mais comumente reportados na literatura, os mais citados são os de mais fácil quantificação (Swamidass e Waller, 1990). A Tabela 1 apresenta alguns custos classificados quanto à facilidade de associação a um projeto.

Fase	Custos Facilmente Associados a um Projeto	Custos Facilmente Negligenciados
Inicialização	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Salário e extras para <i>staff</i> de SI;</li> <li>• Custos de comunicação e viagens relacionadas ao projeto;</li> <li>• Consultores (se houver)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Salários e extras do <i>staff</i> de usuários e gerentes envolvidos na análise;</li> <li>• Outras atividades que são deixadas de lado em favor do trabalho no projeto;</li> </ul>
Desenvolvimento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Salário e extras para <i>staff</i> de SI;</li> <li>• Compra de equipamentos e custos de instalação;</li> <li>• Compra (se houver) de sistemas ou <i>software</i> aplicativos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Salários e extras do <i>staff</i> de usuários e gerentes envolvidos na análise;</li> <li>• Modificações no ambiente tais como instalação elétrica no escritório;</li> </ul>
Implementação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Salário e extras para <i>staff</i> de SI e treinadores;</li> <li>• Custo de comunicação e viagens relacionadas ao projeto;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Salários e extras do <i>staff</i> de usuários e gerentes envolvidos na implementação;</li> <li>• Rompimento do trabalho durante o processo de implementação;</li> <li>• Salário dos usuários durante treinamento e uso inicial;</li> </ul>
Operação e Manutenção	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Salário e extras para <i>staff</i> de SI;</li> <li>• Licenças de <i>software</i> (se houver); <ul style="list-style-type: none"> <li>• Depreciação do <i>hardware</i></li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Salário e extras do <i>staff</i> de usuários e gerentes envolvidos com atividades de manutenção do sistema.</li> </ul>

**Tabela 1 – Custos dos Sistemas de Informação que são facilmente negligenciados numa análise de Custo-Benefício**

Fonte: Alter (1996, p. 572).

### **2.1.2.3.Retorno em Gerenciamento (ROM)**

Este método baseia-se na premissa de que a TI serve como suporte para a gerência executar as suas atividades. Aqui a análise é feita pela relação das saídas produzidas pela gerência em função das entradas. O grande problema é identificar as saídas do gerenciamento (valor agregado pela gerência), que basicamente consiste dos resultados produzidos pela gerência, menos os custos diretos de operação. A vantagem dos métodos ROM é que eles concentram as contribuições da TI ao processo gerencial. A desvantagem é que o valor residual associado ao valor agregado pela gerência não pode ser diretamente atribuído ao processo gerencial.

### **2.1.2.4.Informações Econômicas (IE)**

Informações Econômicas é uma variação da análise de custo-benefício, elaborada de forma a manter intangíveis e incertezas particulares encontradas em projetos de sistemas. Ela retém cálculos de ROI para aqueles benefícios e custos os quais podem ser diretamente averiguados através de um processo convencional de custo-benefício. Entretanto, o processo de tomada de decisão, usado em metodologias de IE, é baseado em técnicas de *ranking* e escores de intangíveis e fatores de riscos associados a investimentos em TI. Ele identifica as medidas de *performance* e as utiliza para graduar o impacto econômico de todas as mudanças na *performance* organizacional causada pela introdução da TI. A força destes métodos é a união das avaliações qualitativas e quantitativas. Suas limitações são que eles não trabalham com o mecanismo, mas apenas com os resultados, tendo o foco num



simples e idealizado conjunto que pode ser construído com modelos matemáticos aplicados, frequentemente requerendo muitas suposições simplificadas.

### **2.1.3. Métodos para avaliação de TI para benefícios intangíveis**

A seguir, são descritos alguns dos métodos utilizados para benefícios intangíveis, sendo eles: Multi-objetivo / Multi-critério (MOMC, do inglês “Multi-objective / Multi-criteria”), Análise de Valor (VA, do inglês “Value Analysis”) e Fatores Críticos de Sucesso (CSF, do inglês “Critical Success Factors”).

#### **2.1.3.1. Multi-objetivo / Multi-critério (MOMC)**

Este método tenta desenvolver uma medida geral de utilidade, a qual é definida como a satisfação de preferências individuais. O método é baseado na crença de que o comportamento das pessoas é determinado pelo grau de reconhecimento de suas preferências. É feito, então, um *ranking* das metas através da aplicação de um peso para cada uma.

O Método MOMC é, provavelmente, melhor aplicado para projetos complexos, os quais tentam manter as necessidades de muitos usuários diferentes e para os quais os benefícios são intangíveis. Entretanto, os métodos MOMC não fornecem qualquer dado para o cálculo da ROI, o qual pode ser usado para comparar a justificativa de um investimento pelo uso de uma análise de custo-benefício padrão (Wen *et al.*, 1998).

### 2.1.3.2. Análise de Valor (VA)

Este método enfatiza o valor ao invés do custo. O método é baseado em três suposições: (1) inovação conduz a valor e não a custo; (2) intangíveis podem ser identificados e subjetivamente avaliados, mas, raramente, são medidos com precisão (medidas substitutas são freqüentemente usadas para satisfazer os requisitos para a maioria dos “*inputs*”); e (3) existe uma divergência entre as decisões direcionadas por custos e as dirigidas pela efetividade;

Um processo iterativo multi-estágio inicia com um protótipo do sistema. Ao invés de desenvolver longas e extensivas especificações, a análise fornece um modelo simples que pode ser expandido e modificado até que todos os aspectos complexos do problema tenham sido incluídos.

Analisando este método, Wen *et al.* (1998) nos mostram que, apesar de oferecer algumas vantagens, como a rápida identificação dos requisitos do usuário para estabelecer valores aos “*outputs*”, os quais iriam ser normalmente classificados como intangíveis, o método apresenta sérias desvantagens, como o estabelecimento dos valores dos requisitos substitutos, bem como o desenvolvimento do protótipo pode ser um processo longo e oneroso. Além disso, os autores concluem dizendo que o método falha na estimativa inicial dos custos e benefícios finais, os quais podem fazer com que a gerência venha a ter gastos futuros inesperados.

### **2.1.3.3.Fatores Críticos de Sucesso (CSF)**

Este método é utilizado para explorar o valor potencial do SI. Ele estimula os executivos, juntamente com o analista, a explorar os fatores que, na opinião deles, são críticos para com o sucesso do negócio, em particular, os fatores que são importantes para as funções ou atividades pelas quais os executivos são responsáveis. Os assuntos podem ser “rankeados” pelos executivos em níveis de importância. A vantagem deste método é que ele implementa o foco no assunto considerado importante pelos respondentes. Por outro lado, uma grande desvantagem desse método é que ele é fortemente qualitativo.

Alter (1996) identifica quatro estágios importantes para este método: (1) os executivos identificam a missão primária da firma e os objetivos que definem uma performance global satisfatória; (2) identificam os fatores críticos de sucesso, os fatores que devem dar certo para o negócio dar certo; (3) identificam os indicadores pertinentes ou medida de performance para cada CSF; (4) decidem qual medida é mais importante e então (5) asseguram que os planos dos sistemas de informação forneçam meios de coletar e usar esta informação. A Tabela 2, a seguir, apresenta um resumo dos métodos apresentados.

<b>Categoria de Avaliação</b>	<b>Modelo/procedimento, exemplos</b>	<b>Medidas dos fatores de benefício da TI</b>	<b>Medidas dos riscos da TI</b>	<b>Principais vantagens</b>	<b>Maiores limitações</b>
<b>Opção Real (RO)</b>	Processo multi-estágio	Fatores tangíveis e intangíveis	Medidas substitutas para risco e custo	Muitos intangíveis, centrados na efetividade	Fortemente subjetivo e qualitativo
<b>Abordagem Portfólio (PA)</b>	Modelos financeiros	Medidas para economia de custos	Medidas diretas de risco	Grande eficiência	Principalment e quantitativo
<b>Análise Delphi</b>	Multi-estágio, processo evolutivo	Medidas substitutas do usuário	Medidas substitutas do usuário	Fatores tangíveis e intangíveis	Principalment e qualitativo
<b>Retorno do Investimento (ROI)</b>	NPV, DCF, “payback”	Tangíveis	Taxas de desconto, medidas substitutas	Principalment e quantitativo, foco na eficiência	Sem intangíveis, confiança em dados contábeis
<b>Análise de Custo-Benefício (CBA)</b>	Fórmulas de custo-benefício	Fatores tangíveis	Várias como ROI	Principalment e quantitativo, foco na efetividade	Medidas substitutas para fatores intangíveis
<b>Retorno em Gerenciamento (ROM)</b>	Fórmulas baseadas na produtividade	Tangíveis, valor agregado pelo trabalho como intangível	Não se aplica	Medidas principalment e qualitativas de eficiência	Medidas quantitativas limitadas, suposições difíceis de se encontrar
<b>Informações Econômicas (IE)</b>	Algumas como ROI complementadas com <i>ranking</i> e escores	Tangíveis e alguns intangíveis	Medidas substitutas, riscos com <i>ranking</i> e escores	Medidas qualitativas e quantitativas	Principais suposições simplificadas e modelos
<b>Multi-objetivo, multi-critério (MOMC)</b>	Modelos matemáticos e processo interativo multi-estágio	Tangíveis e intangíveis	Muitas medidas de utilidade e risco	Principalment e quantitativo, objetivos múltiplos e conflitantes	Relativamente novo em MIS, ainda em desenvolvimento
<b>Análise de Valor (VA)</b>	Multi-estágio, processo evolutivo	Fatores tangíveis	Não se aplica	Fatores tangíveis	Prototipação, necessidades de muitas revisões para os resultados finais
<b>Fatores Críticos de Sucesso (CSF)</b>	Multi-estágio, processo evolutivo	Medidas substitutas do usuário	Medidas substitutas do usuário	Fatores intangíveis, centrados na efetividade	Processo fortemente qualitativo

**Tabela 2 – Relação entre os principais métodos de avaliação de investimentos em TI**

Fonte: Wen *et al.* (1998, p. 152)

## 2.2. Escolha do método

A maioria das firmas utilizava, até pouco tempo atrás, apenas modelos tradicionais de justificativa, com ênfase em *payback* e DCF (Borenstein, 1998). A vantagem de tais métodos econômicos estaria baseada na sua simplicidade, na sua clareza e facilidade na coleta dos dados. Porém, estes métodos buscam atingir metas de lucratividade de curto prazo ao invés de metas estratégicas de longo prazo. Ashford *et al.* (1988) tecem fortes críticas aos métodos de *payback*, descontados ou não, e às técnicas de DCF, NPV e IRR (do inglês “Internal Rate of Return”). A objeção aos métodos de *payback* é que eles ignoram todos os fluxos de caixa depois do período de *payback* desejado, o qual pode ser de dois ou três anos. Desta forma, eles não levam em conta as vantagens de longo prazo que muitos investimentos dispendiosos, em novos processos tecnológicos, produzem. Métodos de *Payback* podem ser insensíveis para considerar variações entre projetos (em termos de seus fluxos de caixa). Objeção similar é feita em relação ao uso de NPV e IRR. A afirmação é que os benefícios dos futuros fluxos de caixa não enfatizam os futuros benefícios das novas tecnologias. Ford (1994) reforça esse posicionamento, argumentando que esses métodos de avaliação não consideram a “natureza estratégica” dos projetos tanto quanto os benefícios intangíveis inerentes a TI. Este problema pode ser agravado pela aplicação de um risco prêmio à taxa de desconto. O risco prêmio pode exagerar a visão do mercado quanto às incertezas de investir em novas tecnologias e falhar em reconhecer, por exemplo, o sentido no qual sistemas flexíveis podem reduzir o risco através da sua habilidade de produzir uma grande variedade de produtos (Ashford *et al.*, 1988). Os autores reforçam que a crítica é em relação à taxa muito alta e não ao método de avaliação de investimento em si, ou

seja, a crítica está voltada à sua aplicação. Neste sentido, Clemons (1991) afirma que, quando os decisores não podem calcular os benefícios com precisão - fato comum quando se está avaliando o impacto competitivo de aplicações inovadoras, analistas financeiros forçam freqüentemente o uso de zero como o valor destes benefícios. Estes mesmos analistas, freqüentemente, usam estimativas injustificavelmente altas para o custo de capital como um substituto para lidar com incerteza de um modo razoável. Além disso, técnicas tradicionais podem conduzir a um inadequado ou antiquado sistema de TI, posição esta reforçada por Swamidass e Waller (1990) e Slagmulder e Bruggeman (1992). A ênfase freqüente na economia de gastos para justificar o desenvolvimento da TI pode restringir, em muito, o desenvolvimento de suporte à decisão e a outros sistemas críticos.

Deve ficar claro que não se está argumentando aqui que o uso de métodos de *payback* e de fluxos de caixa descontados esteja errado, e sim, que sua utilização restringe o processo de justificativa. Haverá uma clara tendência a avaliar tais projetos em termos unicamente financeiros (um único critério), deixando-se de considerar outros possíveis benefícios potenciais associados à TI. Uma análise mais detalhada nos mostra que a maioria das tomadas de decisão nesta área, efetuadas num passado recente, utilizava técnicas de análise estatística multivariada. Embora estas técnicas tenham conhecimento da existência de múltiplos fatores que afetam a tomada de decisão financeira, elas falham em compreender as preferências dos tomadores de decisão, enquanto estes, falham, freqüentemente, em prover o suporte requerido (em alguns modelos, os parâmetros não têm qualquer idéia física ou econômica). Este fato leva os pesquisadores operacionais e financeiros a explorarem

as capacidades de técnicas alternativas. Entre essas técnicas alternativas, a MCDA (do inglês “Multicriterial Decision Analysis”) tem encontrado muitas aplicações (Zopounidis, 1999).

Para Ashford *et al.* (1988), as técnicas da pesquisa operacional podem ser aplicadas para trabalhar com gerência de capital tão bem quanto para avaliar projetos de investimentos. Mehrez (1997) conclui que as aplicações da teoria da decisão na literatura da pesquisa operacional e o suporte à decisão com múltiplos critérios podem ser e são aplicados para estruturar e resolver problemas de OR/MS (do inglês “Operational Research / Management Science”) em nível estratégico, tático e operacional.

Mesmo que os benefícios advindos de um investimento em TI compensem os seus custos, a aceitação do projeto ainda estará dependendo da capacidade de desembolso da organização para executar o projeto. A análise financeira, desta forma, ganha grande importância e não pode ser esquecida ou relegada (Zopounidis 1999). Contudo, ela deve estar inserida em uma avaliação mais global e integrada, em que outros critérios relevantes à decisão possam ser considerados, respeitando-se a importância ou a preferência relativa de cada um. A solução deverá levar em consideração os elementos abaixo, isto é, o paradigma multicriterial:

- √ Múltiplos critérios;
- √ Situação de conflito entre os critérios;
- √ Processo complexo de avaliação, subjetivo e mal estruturado;
- √ Introdução de tomadores financeiros de decisão no processo de avaliação.

Embora as ferramentas da teoria financeira tenham sido melhoradas em relação ao tempo, à inflação e ao risco (isto é, métodos analíticos, métodos de simulação, teoria dos jogos, CAPM, etc.), elas permanecem com o problema relacionado à avaliação e à seleção de projetos de investimentos. Entre os mais importantes, podem ser mencionados a restrição do conceito de investimento numa série de tempos de fluxos monetários (isto é, fluxos de entrada e de saída), a escolha da taxa de desconto, os conflitos entre os critérios financeiros (isto é, NPV versus IRR), etc (Zopounidis, 1999).

Conseqüentemente, o enfoque financeiro da decisão de investimentos pode ser visto como limitado e irreal. Ele é limitado porque se restringe aos estágios de avaliação e escolha e é irreal porque está baseado apenas no critério financeiro (Zopounidis, 1999). Uma alternativa é a abordagem multicriterial, pois segundo Sriram *et al.* (1997, p. 68):

*“... as decisões de investimentos em TI não devem estar baseadas apenas em objetivos, estratégias e táticas das funções de compra, mas elas devem também estar sensíveis às políticas da firma, as estratégias e recursos, à sua história de investimentos passados em TI, tão bem quanto setores competitivos e governamentais do ambiente externo”.*

Baseando-se em Zopounidis (1999), pode-se acrescentar alguns argumentos básicos para justificar a necessidade de considerar os problemas de decisão de investimentos em TI num contexto multidimensional, utilizando métodos de MCDA:

- √ A possibilidade de estruturar problemas complexos de avaliação;
- √ A introdução de critérios, tanto quantitativos (isto é, taxas financeiras) quanto qualitativos no processo de avaliação;



- √ A transparência na avaliação, permitindo boa argumentação em decisões financeiras;
- √ A introdução de sofisticados e realísticos métodos científicos no campo da gerência financeira.

A adoção de uma metodologia multicriterial parece adequada para o contexto da justificativa de investimentos em TI, uma vez que a sua essência é inerente à relação com diversos níveis organizacionais e com diferentes critérios envolvidos, tais como financeiros, políticos e históricos. Isto para citar alguns. Além disso, para que seja possível uma discussão a respeito da conveniência ou da adequação de métodos de agregação multicriteriais, estes devem ser analisados não só em termos formais, mas também no contexto real em que serão aplicados (Perez, 1995).

Esta abordagem também oferece vantagens em nível estratégico. Suresh e Meredith (1985, p.124) afirmam que:

*“As principais vantagens dos modelos de escores são a capacidade de múltiplos critérios, a simplicidade e a facilidade de uso, a consistência com políticas gerenciais e a flexibilidade. (...) O uso de uma aproximação multicriterial para a tomada de decisão, tal como o modelo de escore, é vital para os níveis estratégicos de decisão e tem que formar uma parte integrante do exercício de justificativa”.*

De acordo com Zopounidis (1999), a MCDA contribui de forma original para o processo de decisão de investimento. Segundo este autor, ela intervém, inicialmente, no papel do processo de investimento, através dos estágios de percepção e de formulação até os estágios de avaliação e de escolha. Em relação aos estágios de

percepção e de formulação, ela contribui para a identificação de possíveis ações (isto é, oportunidades de investimento) e para a definição de um conjunto de ações potenciais (isto é, possíveis variantes, pois cada variante constitui um projeto de investimento em competição com outros). Em relação aos estágios de avaliação e de escolha, a análise multicriterial oferece uma estrutura metodológica muito mais realística que a teoria financeira, pela introdução de critérios no estudo de projetos de investimentos tanto qualitativos quanto quantitativos.

A seguir são apresentados os objetivos, a metodologia, a construção do modelo multicriterial, a sua validação e as conclusões da pesquisa.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. Geral**

- √ Desenvolver um modelo de análise multicriterial para a justificativa de projetos em TI que leve em consideração aspectos tangíveis e intangíveis.

#### **3.2. Específicos**

- √ Identificar os aspectos tangíveis e intangíveis envolvidos nos projetos de TI;
- √ Categorizar os aspectos segundo critérios de decisão para a construção de um modelo de decisão;
- √ Construir o modelo de decisão multicriterial;
- √ Implementar o modelo em computador (*software*);
- √ Validar e aplicar o modelo proposto.

## **4. METODOLOGIA DE PESQUISA**

O ponto de partida desta pesquisa está fundamentado no pressuposto de que a utilização de um modelo de decisão multicriterial para a justificativa de investimentos em TI melhora a qualidade das decisões relativas a investimentos na área. Além disso, a utilização de modelos facilita muito o processo de análise de decisão, direcionando a questão para um enfoque experimental, isto é, a decisão pode ser mais bem avaliada e testada antes de ser efetivamente implementada. Nesse sentido, a economia de recursos e a experiência adquirida advindas da experimentação, por si mesmas, justificam o conhecimento e a utilização da Pesquisa Operacional como instrumento de gerência (Andrade, 1990).

### **4.1. Método de Pesquisa**

O método aplicado a esta pesquisa conduz o processo de construção do modelo multicriterial através de três atividades: inicia com a identificação da situação problema, segue com a derivação de um modelo que mapeia esta situação problema e conclui com a validação do modelo. Baseado em Flood e Carson (1988), estas atividades são descritas a seguir.

#### **4.1.1. Atividade 1: Identificação da situação problemática**

Os componentes de um problema são percebidos pelo tomador de decisão (TD) como sendo os objetivos, as alternativas de curso de ação e o ambiente. Para formular o problema, é necessário identificar primeiro esses componentes.

Conforme Landry *et al.* (1983), a situação problema é muito melhor definida e determinada pela percepção e pelo comportamento dos atores. O processo de modelar-validar (descrito no Capítulo 6) usualmente começa com a identificação da situação problemática.

A situação problemática abordada nesta pesquisa é a justificativa de investimentos em TI, utilizando aspectos tangíveis e intangíveis.

#### **4.1.2. Atividade 2: Derivação de um modelo que mapeia a situação problemática**

Muitas considerações importantes estão envolvidas na construção de um modelo. Por exemplo: simplificação, agregação, relações de aproximação e assim por diante. Nessa etapa, deve-se construir uma imagem mental coerente da situação problema (modelo conceitual). Esta é formada pelas percepções e julgamentos de valores tanto do construtor do modelo quanto dos tomadores de decisão (Landry *et al.*, 1983). Também faz parte desta etapa derivar o modelo formal implementado no computador. O propósito de desenvolver o modelo formal é ser capaz de estudar o problema e/ou obter soluções para formular recomendações (Landry *et al.*, 1983).

O processo de modelagem contempla diversas tarefas que estão sintetizadas nos seguintes passos: escolha do método, definição dos critérios e implementação computacional. O Capítulo 5 descreve detalhadamente estas atividades.

#### **4.1.3. Atividade 3: Validação do Modelo**

Do ponto de vista gerencial, deve-se unir os processos de construção e de validação do modelo num único processo. Esse processo é chamado de processo de modelar-validar (Landry *et al.*, 1983).

Qualquer modelo, sendo uma abstração da realidade, está propenso a erros no sentido de representá-la. É necessária uma avaliação sistemática das respostas do modelo a mudanças nas entradas e nos parâmetros que devem ser produzidos. Pela realização de testes de sensibilidade (resolvendo o modelo por várias combinações de mudanças nas entradas e nos valores dos parâmetros), controles de abrangência podem ser estabelecidos, mantendo a melhor solução próxima do ótimo.

Também é de importância o teste empírico do modelo contra dados históricos e comportamentos futuros previstos. Se for obtido sucesso, haverá um aumento na confiança da performance do modelo. A identificação de cenários futuros permite que atitudes gerenciais sejam tomadas hoje, com vistas a alcançar, com mais efetividade, os níveis desejados no futuro.

A validação do modelo envolve utilidade, usabilidade e considerações de custos, tanto quanto representatividade, mas dentro do contexto do modelador-interface do usuário. A importância relativa dos “temas” citados acima, e utilizados em diferentes etapas da validação, pode ser diferente em função da época e/ou do contexto (Landry *et al.*, 1983).

A validação do modelo foi realizada utilizando-se métodos qualitativos. Na definição dos critérios que compõem o modelo, utilizou-se o método de validação de face. Uma vez implementado, o modelo foi submetido a dois métodos de validação: “*user assessment*” e “*field test*”. O Capítulo 6 apresenta o processo de validação aplicado ao modelo.

## **5. CONSTRUÇÃO DO MODELO MULTICRITERIAL**

Este capítulo descreve as atividades realizadas para a construção do modelo proposto nesta pesquisa. Inicialmente é apresentado o processo de seleção do método multicriterial a ser empregado. Segue uma descrição do método, em termos da técnica empregada e de suas limitações. É concluído com a apresentação da construção do modelo.

### **5.1. Escolha do método de análise de decisão multicriterial**

Conforme é apresentado por Belton e Hodgkin (1999), o campo da análise multicriterial é muito extenso e diverso. Há uma gama de metodologias, comumente classificadas como enfoques de função de valor, incluindo métodos de preferência inversa, enfoques de *Outranking* e métodos de programação matemática multi-objetivos. Muitos Sistemas Multicriteriais de Suporte a Decisão (MCDSSs, do inglês “Multicriteria Decision Support Systems”) estão associados com cada um desses métodos. Por exemplo: V I S A, HiView e Logical Decisions com o enfoque MAVF; Expert Choice, Criterium Decision Plus e HIPRE com o AHP; PROMETHEE e ELECTRE com o *Outranking*; e muitos outros. Todos esses sistemas têm um núcleo comum, fornecendo uma ferramenta genérica que implementa um enfoque



específico, de modo a facilitar a exploração de um determinado problema com uma visão que melhora a compreensão da situação problema e chega à melhor decisão dentre as apresentadas.

A justificativa de investimentos em TI consiste, basicamente, de um problema de seleção de uma opção dentre uma lista de alternativas, considerando-se um conjunto razoável de critérios. Segundo Falkner e Benhajla (1990), este enfoque cai em dois grupos principais: MAVF e AHP. Ambos têm obtido sucesso numa grande variedade de aplicações. Belton (1986), comparando os aspectos teóricos e práticos, conclui que há uma certa equivalência entre esses dois métodos.

Em função dessa equivalência, a decisão final de utilizar o método AHP foi baseada nos seguintes pontos:

- √ É um método muito utilizado hoje em dia. Organizações que utilizam o método são citadas na seção 5.2.2;
- √ É implementado por ferramentas comerciais amplamente testadas e validadas, com as quais é possível realizar, visualmente, a análise de sensibilidade de modo prático;
- √ Possui muitas aplicações em estudos de TI. Para aplicações do método AHP, em decisões referentes à TI, veja Roper-Lowe e Sharp (1990), Barnhart (1993), Lai *et al.* (1999) e Ossadnik e Lange (1999).

Pode-se acrescentar ainda, conforme Ossadnik e Lange (1999), que este método é, em teoria e na realidade, um procedimento usado frequentemente para resolver problemas de decisão estratégica. Isto está fundamentado no fato de que:

- √ A estrutura especial do AHP segue uma direção intuitiva, na qual gerentes resolvem problemas;
- √ Pela facilidade de manipulação, comparada com outros métodos multicriteriais. Em relação a isto, o método AHP atua positivamente, uma vez que aqueles problemas de decisão, que eram resolvidos intuitivamente, agora são resolvidos de forma orientada, por um procedimento (*idem*).

Além disso, ROPER-LOWE e SHARP (1990) destacam duas características que diferenciam o AHP de outros enfoques para a tomada de decisão. Um é a sua habilidade em lidar com atributos tangíveis e intangíveis. O outro é a sua habilidade em monitorar a consistência com a qual os tomadores de decisão fazem seus julgamentos.

Sob a ótica do processo decisório, baseados no modelo de decisão de Simon, Freitas *et al.* (1997) argumentam que o método AHP pode ser utilizado como suporte nas fases de (1) concepção, onde os tomadores de decisão analisam os dados, determinam os porquês, refinam os critérios de avaliação e definem as alternativas, uma vez que permite comparar elementos de decisão quantitativos e qualitativos e, na fase de (2) escolha, onde se avaliam as alternativas quantitativamente, verifica-se o impacto dos fatores não quantificáveis e seleciona-se a alternativa mais adequada.

Dessa forma, julga-se que o método AHP é adequado para ser utilizado nesta pesquisa, uma vez que suas características permitem considerar os aspectos julgados relevantes no processo de investimentos em TI.

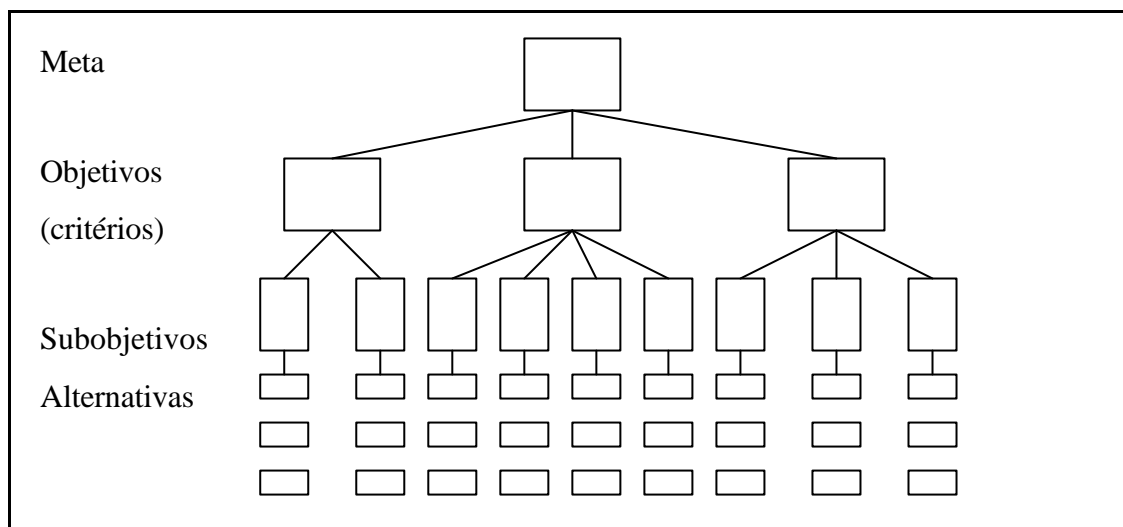
Contudo, pode-se ressaltar que o modelo desenvolvido pode ser implementado facilmente por outros métodos, tais como os que utilizam o enfoque MAVF (V I S A, HiView, Logical Decisions, entre outros), bastando pequenas alterações.

## **5.2. Descrição do método AHP**

O AHP foi desenvolvido na Wharton School of Business por Thomas A. Saaty<sup>3</sup>, permitindo aos tomadores de decisão modelarem problemas complexos numa estrutura hierárquica, mostrando as relações entre metas, objetivos (critérios), subobjetivos e alternativas. A Figura 2 representa a relação entre esses elementos.

---

<sup>3</sup> SAATY, T. L. *The Analytic Hierarchy Process*. New York: McGraw-Hill, 1980.



**Figura 2 – Representação hierárquica da meta, dos objetivos e das alternativas**

Fonte: Forman (1996)

Saaty (1980) foi motivado pelas dificuldades de comunicação que observou entre os cientistas e advogados e pela lacuna em relação à ausência de qualquer enfoque sistemático prático para determinação de prioridades e tomada de decisão (Forman, 1996). Além disso, o AHP é um método para lidar com problemas que envolvem considerações de múltiplos critérios simultaneamente (idem).

Segundo Forman (1996), a maior dificuldade de pensar sobre o AHP é através do seu título. Então, segue uma descrição de cada uma dessas palavras conforme esse autor.

Analytic: *Analytic* é a forma de analisar palavras, fornecendo meios de separação de quaisquer entidades abstratas ou materiais em seus elementos constituintes.

Hierarchy: Whyte (1969) apud Forman (1996) expressa sua opinião sobre estruturas hierárquicas da seguinte forma:

*“O imenso escopo da classificação hierárquica é claro. Ele é o método mais útil de classificação usado pela mente-cérebro humano para ordenar experiência, observações, entidades e informação. (...) O uso de ordens hierárquicas deve ser tão antigo quanto o pensamento humano, consenso e falta de consenso...”*.

Para justificar investimentos em TI, um grande escopo de objetivos e atributos (critérios) é facilmente identificado. Porém, as relações existentes entre eles, bem como a sua manipulação em conjunto, configuram um problema complexo. Keeney e Raiffa (1976) nos conduzem a pensar sobre isso, colocando a situação nos seguintes termos: suponha que você tenha que pensar seriamente sobre os objetivos de um dado problema e que tenha de produzir uma lista que inclua todas as áreas relacionadas. Não há dúvidas de que diferentes objetivos irão variar largamente no seu escopo, explicitamente e em detalhes, e serão possivelmente inconsistentes. Como podemos desenvolver alguma estrutura para esta lista de objetivos? Frequentemente estes objetivos podem ser estruturados de forma útil, pelo uso de uma hierarquia. Quase todos os que pensam seriamente sobre objetivos em problemas complexos têm vindo com algum tipo de hierarquia de objetivos.

Outra consideração importante mencionada pelos mesmos autores é que a hierarquia para um problema particular não é única. Ela pode variar simplesmente pela mudança no grau sobre o qual a hierarquia é formalizada. Até mesmo se o grau de formalização remanescente não mudar (no sentido de que o número de objetivos

de baixo nível é o mesmo), a hierarquia dos objetivos pode ser significativamente variada.

Process: Um processo é uma série de ações, de mudanças, ou de funções que visam obter algo sobre um fim ou resultado. O AHP não é uma fórmula mágica ou um modelo que encontra a resposta “certa”. Ao invés disso, ele é um processo que auxilia tomadores de decisão a encontrar a “melhor” resposta.

### **5.2.1. A técnica empregada pelo método AHP**

Conforme observado por Mehrez (1997), o método AHP apresenta um enfoque descritivo. A sua estrutura axiomática é visualizada pelos cientistas da decisão como procedimentos arbitrários. Ele pode não conduzir a uma otimização das preferências do decisor num problema de decisão particular; entretanto, sua popularidade na prática relativa a enfoques normativos provém de diferentes razões, incluindo simplicidade e aceitação pelos tomadores de decisão e analistas. Enfoques normativos, tanto quanto descritivos, podem apresentar erros na medida das preferências. Ainda segundo Mehrez (1997), a natureza interdisciplinar da pesquisa na ciência gerencial e da pesquisa operacional, conduz a visões conflitantes em relação à importância relativa da teoria da decisão para OR/MS e à aceitação de vários métodos de tomada de decisão, ambos em nível teórico e prático.

O AHP consiste de quatro estágios. O primeiro é a construção de uma hierarquia, a qual descreve o problema. A meta global é colocada no topo, com os

principais atributos num nível abaixo. Estes atributos podem ser subdivididos em atributos de mais baixo nível.

Uma vez definida a hierarquia, passa-se para o estágio de comparação aos pares (*pairwise comparisons*). A descrição deste processo, apresentada a seguir, está baseada em Lai *et al.* (1999). Os julgamentos dos tomadores de decisão, com respeito à importância de um atributo em relação a outro, podem ser feitos de forma subjetiva e convertidos para um valor numérico usando uma escala de 1 – 9, cujo 1 denota igual importância e 9 denota alto grau de favoritismo. A Tabela 3, apresentada a seguir, relaciona a escala verbal à numérica.

Julgamento	Valores
X é igualmente preferível a Y	1
X é igualmente a moderadamente preferível sobre Y	2
X é moderadamente preferível sobre Y	3
X é moderadamente a fortemente preferível sobre Y	4
X é fortemente preferível sobre Y	5
X é fortemente a muito fortemente preferível sobre Y	6
X é muito fortemente preferível sobre Y	7
X é muito fortemente a extremamente preferível sobre Y	8
X é extremamente preferível sobre Y	9

**Tabela 3 – Comparação aos pares para o julgamento dos elementos X e Y**

Fonte: Lai *et al.* (1999, p. 227).

Utilizando notação matemática, a matriz de comparação  $A$  para comparar  $n$  elementos é:

$$A = [a_{ij}] \quad (\text{onde } a_{ji} = 1/a_{ij}, a_{ii} = 1, 1 \leq i \leq n, e 1 \leq j \leq n)$$

A diagonal principal é sempre 1. Deve-se notar a reciprocidade através da diagonal, ou seja, se o elemento  $a_{1,3} = 5$ , então  $a_{3,1} = 1/5$ . A implementação no *software* Expert Choice® permite que o decisor opte pela seqüência de votação *top-*

*down* ou *bottom up*, ou seja, iniciar a votação do objetivo (meta) até chegar às alternativas, ou de forma inversa, iniciar a votação pelas alternativas até chegar ao objetivo (meta). A seguir, calcula-se o peso relativo das alternativas com respeito aos critérios. Os pesos relativos são obtidos através da aplicação de um processo de duas etapas. Primeiro, soma-se cada coluna e, então, se divide cada coluna entrada pela soma respectiva de cada coluna. A matriz que resulta do processo é chamada de matriz normalizada, a qual é definida como:

$$A' = [a'_{ij}] \text{ onde } a'_{ij} = a_{ij} / \sum_{k=1}^n a_{ik} \text{ para } 1 \leq i \leq n, \text{ e } 1 \leq j \leq n.$$

Segundo, calcula-se o valor médio de cada linha da matriz normalizada para obter o peso relativo ou *eigen vector*, o qual é determinado por:

$$W = [w_k] \text{ onde } w_k = \sum_{i=1}^n a'_{ij} / n \text{ para } 1 \leq j \leq n, \text{ e } 1 \leq k \leq n.$$

Repete-se o processo para cada matriz e associa-se o peso relativo à “filial” na hierarquia, a qual conecta o critério à alternativa. Assim, cada linha, conectando dois elementos quaisquer na hierarquia, possui um peso relativo associado a ele. Uma vez que todos os pesos relativos tenham sido calculados, um peso composto,  $C_d$ , para cada escolha da decisão,  $d$ , é determinado. Isso é definido pela agregação de pesos sobre a hierarquia para cada escolha da decisão. Para tanto, multiplica-se o peso através do caminho, desde o topo da hierarquia, descendo até as escolhas da decisão, e então, soma-se esses produtos de todos os diferentes caminhos da escolha da decisão. O resultado é um único valor de peso para cada escolha da decisão. Pela notação matemática, o peso composto,  $C$ , é dado por:

$$C = [C_d] \text{ para } 1 \leq d \leq n \text{ onde } C_d = \sum_{i=1}^m w_i * \prod_{l=1}^{n-l-1} w_l,$$



onde  $nt$  é o número de nodos terminais na hierarquia para a alternativa  $d$ ,  $nl$  o número de níveis na hierarquia,  $t$  denota o nó “folha” na hierarquia correspondente à alternativa  $d$  e a seqüência  $t, nl - 1, nl - 2, \dots, 1$  denota o caminho na hierarquia desde a alternativa  $d$  até a raiz.

Este método implementa testes de consistência, realizados à medida que o decisor faz a sua votação de preferência junto aos critérios ou alternativas. Segue uma breve descrição desse processo através de um exemplo obtido em Canada e Sullivan (1989).

A taxa de consistência (*C.R.*, do inglês “Consistency Ratio”) é um indicador matemático aproximado, ou guia, da consistência das comparações aos pares. Ela é uma função do que se chama “*maximum eigenvalue*” e do tamanho da matriz (chamada “índice de consistência”), o qual é comparado, então, contra valores semelhantes se as comparações, aos pares, tenham sido simplesmente randômicas (chamado “índice randômico”). Se a relação do índice de consistência para o índice aleatório (chamado “relação de consistência”) não for maior que 0.1, Saaty sugere, genericamente, que esta consistência seja bastante aceitável para propósitos pragmáticos.

Primeiro, multiplica-se a matriz das comparações aos pares, chamada matriz [A], pelo vetor principal ou pesos das prioridades (vetor que contém a média normalizada das somas das linhas da matriz de comparações aos pares) [B] para gerar um vetor novo [C].

$$\begin{array}{ccc}
 & \text{[A]} & \text{[B]} & \text{[C]} \\
 \begin{bmatrix} 1 & 0.33 & 5 & 6 & 5 \\ 3 & 1 & 6 & 7 & 6 \\ 0.20 & 0.17 & 1 & 3 & 1 \\ 0.17 & 0.14 & 0.33 & 1 & 0.25 \\ 0.20 & 0.17 & 1 & 4 & 1 \end{bmatrix} & \times & \begin{bmatrix} 0.288 \\ 0.489 \\ 0.086 \\ 0.041 \\ 0.096 \end{bmatrix} & = & \begin{bmatrix} 1.605 \\ 2.732 \\ 0.446 \\ 0.212 \\ 0.487 \end{bmatrix}
 \end{array}$$

Logo, divide-se cada elemento do vetor [C] por seu elemento correspondente no vetor [B] para encontrar um vetor [D].

$$\begin{aligned}
 [D] &= \begin{bmatrix} \frac{1.605}{0.288} & \frac{2.732}{0.489} & \frac{0.446}{0.086} & \frac{0.212}{0.041} & \frac{0.487}{0.096} \end{bmatrix} \\
 &= [5.57 \quad 5.58 \quad 5.19 \quad 5.17 \quad 5.07]
 \end{aligned}$$

Agora, calcula-se a média os números do vetor [D]. Esta é uma aproximação do que é chamado de “*maximum eigenvalue*”, denotado por  $\mathbf{I}_{\max}$  :

$$\mathbf{I}_{\max} = \frac{5.57 + 5.58 + 5.19 + 5.17 + 5.07}{5} = 5.32$$

O índice de consistência (*CI*, do inglês “Consistency Index”) para uma matriz de tamanho  $N$  é determinado pela fórmula  $CI = \frac{\mathbf{I}_{\max} - N}{N - 1} = \frac{5.32 - 5}{5 - 1} = 0.08$ .

Índices randômicos (*RI*, do inglês “Random Index”) para vários tamanhos de matriz  $N$  foram aproximados por Saaty (baseado num grande número de simulações) como:

$N$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	.
$R$	0.0	0.0	0.5	0.9	1.1	1.2	1.3	1.4	1.4	1.4	1.5	.
$I$	0	0	8	0	2	4	2	1	5	9	1	.

Para o exemplo acima, o  $RI = 1.12$ . A  $C.R.$  pode ser calculada usando-se a relação:

$$C.R. = \frac{CI}{RI} = \frac{0.08}{1.12} = 0.07$$

Baseado na sugestão empírica de Saaty de que um  $C.R. = 0.10$  é aceitável, conclui-se que, no exemplo apresentado acima, as comparações aos pares, realizadas para se obter o peso dos atributos, possuem uma consistência razoável.

### **5.2.2. Visões críticas das limitações do método e dos *softwares* que o implementam**

Muitas críticas foram e têm sido feitas na literatura ao método AHP. Ao mesmo tempo, alguns trabalhos publicados indicam que, inserindo algumas modificações ao método e nos *softwares* que o implementam, é possível melhorar a sua consistência.

O método original usado pelo AHP, para agregar preferências, permite alterar o ranqueamento da ordem das alternativas quando estas são adicionadas ou removidas. Considerando que tal *rank reversal* viola o princípio de invariabilidade da teoria de utilidade, a validade do AHP se tornou o tópico de um debate.

Holder (1990) conclui, no seu estudo, que o método AHP não é tão bem validado como poderia se supor, uma vez que a escala usada para comparações é ilógica. Para ele, se uma escala é usada, deve ser multiplicativa e não linear. Além

disso, o método deve ser modificado para evitar o problema de *rank reversal*. Finan e Hurley (1999) reforçam o problema de escala do método, reconhecendo que existem situações em que o decisor pode desejar ser transitivamente consistente e, em outras situações, não. No segundo caso, a escala 1-9, proposta por Saaty, pode não capturar as preferências dos tomadores de decisão tão bem quanto uma escala geométrica. Para estes autores, uma calibração transitiva da escala do AHP pode ser útil para substituir a escala 1-9 proposta por Saaty.

Alguns pesquisadores citados por Millet e Saaty (2000) como Corbin e Marley (1974), Grether e Plott (1979), Pommerehne *et al.* (1982), Tyszka (1983), Tversky *et al.* (1990), Forman (1992), Farquhar e Pratkanis (1993) e Tversky e Simonson (1993) argumentam que o *rank reversal* pode e deve ocorrer em certas circunstâncias. Entretanto, para outro grupo, Belton e Gear (1983) e Schoner *et al.* (1993), esta situação não pode ter vez. Uma visão integrativa deveria surgir, de forma que o método AHP tivesse condições de suportar dois modos diferentes de síntese: um no qual o ranqueamento é preservado e outro, não. Dois modos de síntese surgiram: “Distributivo” e “Ideal”.

O modo Distributivo produz escores de preferências pela normalização dos escores de *performance*; ele manipula o escore recebido de *performance* de cada alternativa e o divide pela soma dos escores de *performance* de todas as alternativas abaixo daquele critério. Isto significa que, com o modo Distributivo, as preferências para qualquer alternativa dada irão aumentar se nós reduzirmos o escore de *performance* de qualquer outra alternativa ou se nós removermos outras alternativas.

Já no modo Ideal ocorre a comparação do escore de cada alternativa a um *benchmark* fixo, tal como o desempenho da melhor alternativa sob cada critério. Isso significa que, com o modo Ideal, a *performance* de qualquer alternativa dada é independente da *performance* de qualquer outra alternativa, exceto para a alternativa selecionada como *benchmark*.

Outra deficiência apontada por Millet e Saaty (2000) é que os *softwares* que implementam o AHP, tal como o Expert Choice®, normalizam os resultados do modo de síntese Ideal antes de apresentá-los ao usuário. Isso pode ser visto como um exercício inocente de re-escalar, mas perdem-se informações valiosas no processo. Os escores iniciais refletem como está a *performance* de cada alternativa com relação à melhor *performance* em todos os critérios. Para estes autores, a solução é simples: as implementações em *software* do AHP não devem normalizar os escores finais derivados do modo de síntese Ideal, a menos que tal normalização seja pedida através de algoritmos de distribuição de recursos e semelhantes.

Mehrez (1997) avalia que a visão prática, suportada pelo enfoque descritivo presente no método AHP, é capaz de melhorar a interface com desenvolvimentos gerenciais e tecnológicos e de facilitar a comunicação com gerentes. Enfoque interativo, facilidade de comunicação baseada no uso de planilhas de computadores, computadores gráficos, janelas, linguagens de comunicação, sistemas de suporte a grupos de decisão e o desenvolvimento de ferramentas adicionais não podem ser julgados por meio de teorias normativas, mas, especialmente, pela satisfação dos

usuários. Além disso, embora existam restrições, o AHP é muito utilizado e apresenta-se como uma opção pela existência de ferramentas comerciais validadas que direcionam a pesquisa para a definição dos critérios e não para a matemática da avaliação. Conforme obtido [on line] na URL <http://www.hmcm.co.uk/expert1.htm>, em 17/03/1999, o método AHP tem sido utilizado por um grande número de organizações, com mais de 20.000 instalações em mais de 30 países. Dentre essas se pode citar: Boeing, 3M, MITRE Corporation, EDS, Xerox, Exxon, The World Bank, IBM, GM, AT&T, Rockwell International, Citibank, NASA, The U.S. Defense Department, The Wharton School, Dartmouth University, Harvard University, Andersen Consulting, Allstate Insurance, Amoco, Alcoa, The Gartner Group, Deloitte & Touche. Seu uso pode ser estendido para aplicações em análise de custo/benefício, alocação de recursos, análise de riscos, planejamento estratégico, avaliação de *performance*, negociação e resolução de conflitos em gerência de projetos, decisões de *marketing*, avaliação de aquisições totais e parciais (intercalação com itens já existentes na organização), pesquisa e desenvolvimento de produtos, satisfação de clientes, seleção de locais ou relocação, etc.

Três *softwares* foram considerados para a implementação do modelo no computador: AutoMan, ECPro e HIPRE 3+. De acordo com Ossadnik e Lange (1999), o que apresenta melhor desempenho global é o ECPro. Tendo por base a pesquisa realizada por estes autores, optou-se por este produto na versão Team Expert Choice Platform®. Informações sobre versões do produto podem ser obtidas [on line] na URL: <http://www.expertchoice.com>.

### 5.3. O modelo multicriterial

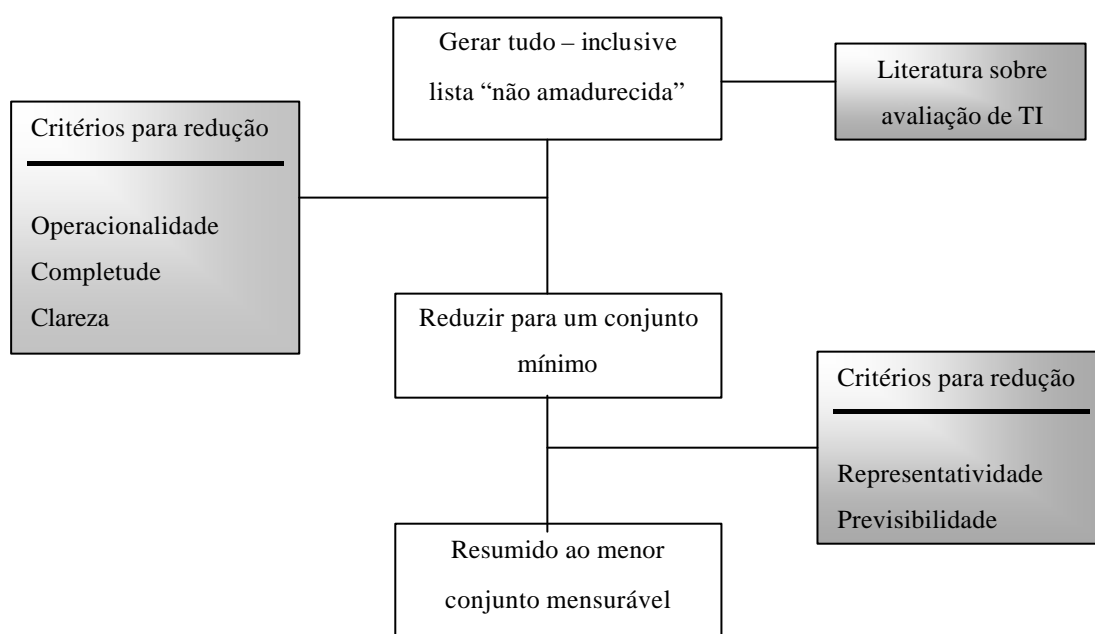
A operacionalização das atividades que compõem as etapas da pesquisa foi obtida através da aplicação do modelo multicriterial, baseado e adaptado de Borenstein (1998), que vem a ser um procedimento interativo, dividido em vários passos, descritos abaixo, que foram aplicados a este estudo, utilizando-se o método AHP. Destaca-se que esses passos não precisam ser executados em seqüência.

*Passo 1: Definição das Alternativas:* As alternativas são cenários que utilizam a TI e que mostram níveis mínimos de performance compatíveis com aqueles definidos pela equipe de decisão.

Neste ponto, o decisor deve identificar as Tecnologias de Informação disponíveis e que atendam às suas necessidades. Deve também se inteirar das características de cada tecnologia, a fim de que possa avaliá-la através do modelo. O início do estudo parte da identificação da situação problemática. Conforme apresentado nos capítulos anteriores, a justificativa de investimentos em TI não está sendo feita, em grande parte, de uma maneira apropriada, fazendo com que, em muitos casos, o investimento efetuado não tenha o retorno esperado. Além disso, a avaliação do retorno pode estar sendo feita de forma incorreta ou incompleta, dando uma visão míope do investimento. Isto se deve, em grande parte, ao fato de que a decisão de investimento em TI contém em sua essência um número discreto de alternativas e um conjunto de critérios, muitas vezes intangíveis, que, considerados apenas parcialmente, não darão, ao decisor, o verdadeiro valor do investimento. Será

necessário utilizar um modelo que avalie as alternativas sob um conjunto de atributos ou critérios.

*Passo 2: Definição dos Critérios:* A definição dos critérios (ou atributos) é uma das atividades mais difíceis no processo de tomada de decisão e pode ser estruturada conforme ilustrado na Figura 3, a seguir.



**Figura 3 – Definição dos critérios (ou atributos)**

Fonte: Falkner e Benhajla (1990)

*Passo 2A:* Estabelecer uma lista “não madura” dos atributos potenciais: Os atributos (critérios) identificados nesta etapa da pesquisa foram extraídos de Swamidass e Waller (1990), Mahmood e Soon (1991), Yourdon (1992), Pressman (1995), Alter (1996), Hinton e Kaye (1996), Palvia (1997) e Segars e Grover (1998). Somam-se a estes trabalhos os critérios já classificados em hierarquia de Sullivan (1986), Roper-Lowe e Sharp (1990), Barnhart (1993), Borenstein (1998), Ossadnik e Lange (1999),

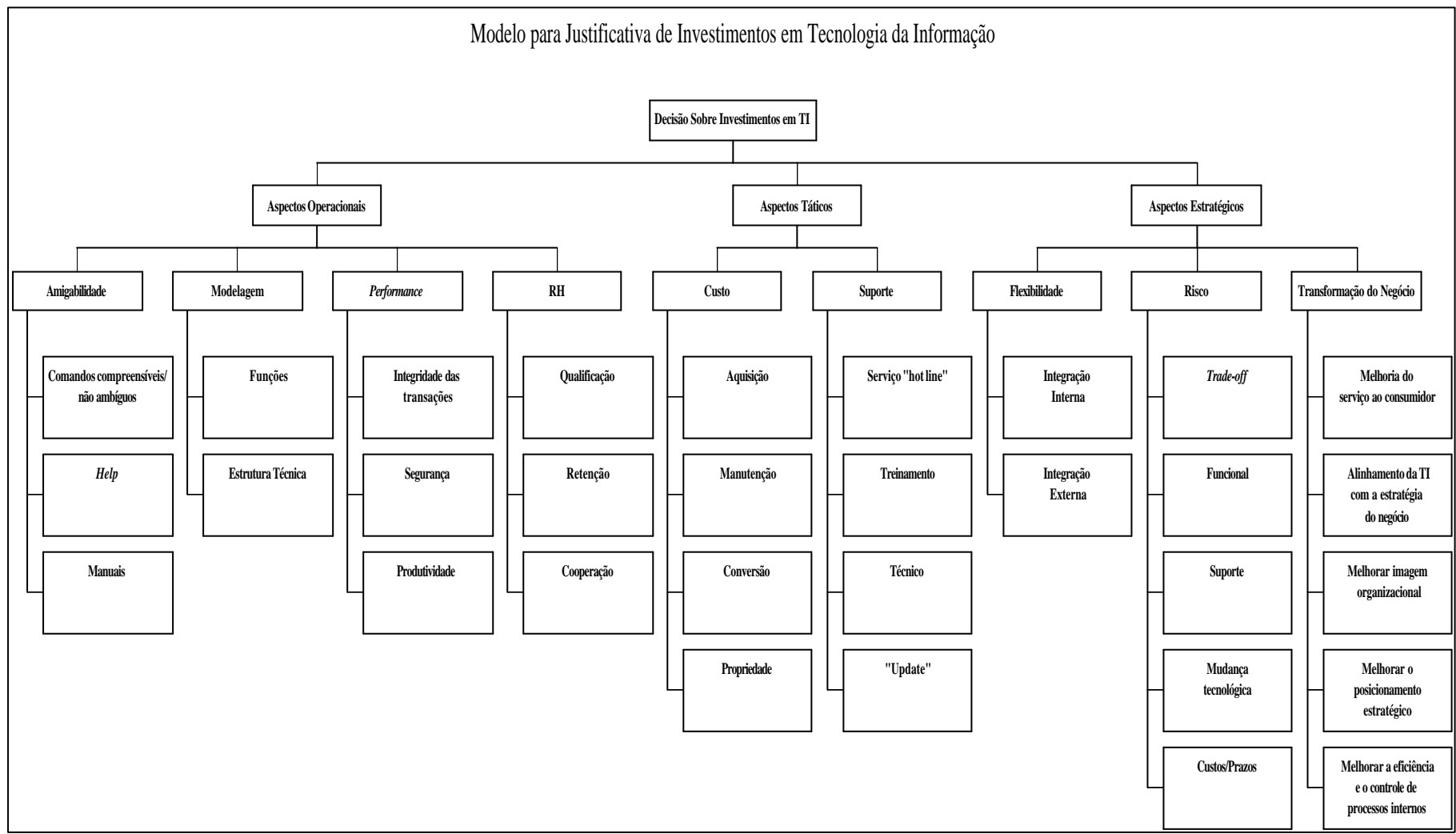


Yeh *et al.* (1999) e Lai *et al.* (1999), que tangenciam o processo a ser executado para organizar os critérios do modelo multicriterial.

*Passo 2B:* Reduzir a lista “não madura” em ordem para obter um conjunto mínimo de atributos: Este conjunto mínimo representa um conjunto de atributos que cobre as dimensões mínimas relevantes para a TI e pode ser obtido aplicando-se os seguintes critérios à lista “não madura” dos atributos potenciais:

1. Operacionalidade dos Atributos: O atributo mostra ser um indicador significativo de *performance*;
2. Clareza do Atributo: A definição do atributo mostra ser concisa e clara;
3. Perfeição: O conjunto de atributos deve indicar todos os aspectos críticos do problema;
4. Não redundância: O conjunto de atributos deve ser definido de tal modo que a mesma dimensão não seja medida por vários atributos diferentes e independentes na hierarquia.

Aplicando-se os critérios acima citados à lista “não madura” de critérios, foi possível reduzi-la consideravelmente, ficando o conjunto com quarenta e três critérios dispostos em três níveis hierárquicos (Figura 4).



**Figura 4 – Modelo hierárquico de critérios**

A seguir, tem-se uma descrição de todos os atributos apresentados na Figura 4. Dois aspectos são destacados nesta descrição: a definição do atributo e como ele poderá ser medido.

A hierarquia de atributos está estruturada em três grandes grupos: aspectos operacionais, táticos e estratégicos, envolvidos na justificativa de investimentos em TI.

O primeiro grupo contempla elementos relacionados ao uso direto da tecnologia. Sua avaliação se dará através do estudo de quatro subcritérios: amigabilidade, modelagem, *performance* e RH. A descrição de cada um desses subcritérios é feita a seguir.

**Amigabilidade:** Este critério está relacionado com as facilidades implementadas pela tecnologia no que diz respeito à sua utilização. Sua mensuração será feita através de três critérios:

*Comandos compreensíveis/não ambíguos:* Diz respeito à clareza sintática e à concisão semântica dos comandos acessíveis aos usuários;

*Help:* Existência de procedimentos de ajuda nos diferentes níveis de utilização do produto;

*Manuais:* Existência de manuais que auxiliem na instalação, operação e solução de problemas referentes ao produto em questão.

**Modelagem:** Este critério diz respeito à participação nas definições estruturais da tecnologia, ou seja, visa medir a importância do usuário final participar da concepção do produto. Dois pontos são identificados para avaliar este critério:

*Funções:* diz respeito à importância da participação do usuário na concepção das funções suportadas pelo produto;

*Estrutura Técnica:* diz respeito à participação do usuário na definição da estrutura técnica do produto, bem como da tecnologia a ser utilizada, da metodologia de desenvolvimento e da configuração da solução.

**Performance:** Este critério visa atingir informações referentes ao desempenho da TI em questão. Sua percepção será avaliada através de três critérios:

*Integridade das transações:* Consideram o número de transações efetuadas totais em relação ao número de transações efetuadas onde foi constatada falha, perda de informações ou obtenção de informações não consistentes;

*Segurança:* Diz respeito à existência de dispositivos que visam a manutenção da estabilidade da TI frente a problemas descritos no item *integridade das transações*;

*Produtividade:* Este critério considera os elementos que identificam alterações na produtividade derivada da TI em questão. A avaliação deste critério será feita utilizando-se os seguintes itens:

Diminuição do trabalho direto;

Redução de custos com subcontratação e de custos com trabalho;

Tarefas concluídas por unidade de tempo;

Redução nos artigos de consumo;

Redução nos números de cargos de *staff*.

**Recursos Humanos (RH):** Este critério visa identificar a influência da TI sobre o elemento humano na organização. Esta identificação será feita através da avaliação de três itens:

*Qualificação:* Visa identificar se a TI força o desenvolvimento de novas habilidades por parte do RH frente à capacidade de obtenção das pessoas envolvidas. Pode ser avaliado considerando-se o desempenho das pessoas em cursos de treinamento ou através do tempo despendido entre a aquisição da TI e o seu uso efetivo;

*Retenção:* Capacidade associada à TI em manter as pessoas vinculadas à organização por um período de tempo maior. Pode ser avaliada considerando-se o índice de rotatividade de outras organizações que já adotaram tecnologia semelhante em dois períodos distintos: antes da adoção e após a adoção da TI em questão;

*Cooperação:* Visa identificar se a TI estimula o trabalho cooperativo entre as pessoas envolvidas. A avaliação pode ser feita identificando-se os recursos disponibilizados pela TI que estimulam o trabalho em equipe (compartilhamento de dados, de recursos, integração com outras áreas da organização,...).

O segundo grupo visa identificar e avaliar critérios que levem em consideração questões táticas no processo de justificativa da TI. Dois subcritérios são considerados: custo e suporte. A descrição de cada um deles é feita a seguir.

**Custo:** Busca identificar os diferentes custos associados a uma determinada TI. Sua avaliação será feita através do uso de métodos e de técnicas financeiras. Subdivide-se em quatro subcritérios descritos abaixo:

*Custo de Aquisição:* É o valor desembolsado na aquisição da TI. Avalia-se este critério através do valor nominal direto gasto com a aquisição da TI, bem como com outros indiretos, tais como gastos com novos planos de *marketing*, diminuição do ganho inicial, processamento paralelo, treinamento de usuários, conversão de banco de dados, custo de instalação do fornecedor, custo de aprovação legal. Em caso de desenvolvimento por parte do próprio usuário, pode-se acrescentar os custos com salários e encargos relativos a todo o pessoal ligado ao projeto, a treinamento, a tempo de máquina e a ferramentas de desenvolvimento para a equipe, a recrutamento da nova equipe, a espaço e a equipamento de escritório e despesas com transporte para visitas a usuários remotos;

*Custo de Manutenção:* É o valor direto a ser desembolsado para ter-se acesso à manutenção permanente por parte dos representantes da TI, bem como em relação ao consumo de material necessário para a utilização da TI em questão. Este critério também considera o custo da infra-estrutura necessária para proporcionar o uso da TI;

*Custo de Conversão:* Representa o valor pago para adaptar a TI existente à nova. Este valor pode ser considerado como sendo o somatório dos gastos com configurações de equipamentos/*software*, treinamento e com conversão de BD;

*Custo de Propriedade:* Relacionado ao aumento dos custos fixos e a depreciação do *hardware*.

**Suporte:** Este subcritério identifica aspectos relacionados ao suporte dado à TI, tanto no que diz respeito à solução de problemas quanto ao processo contínuo de melhorias do produto. A avaliação deste item será feita através de quatro critérios a

saber: serviço “*hot-line*”, treinamento, técnico e melhorias continuadas. Segue-se a descrição individual.

*Serviço “hot-line”*: Da disponibilidade de um canal direto de comunicação para solução de problemas não suportados por manuais ou *help*;

*Treinamento*: Número de horas de treinamento as quais o usuário terá direito, considerando-se o custo de aquisição, bem como a abrangência desse treinamento em relação aos recursos disponibilizados pela TI;

*Técnico*: Suporte ao uso mais adequado da TI, visando explorar de forma correta e ao máximo o potencial disponibilizado por esta;

*Update*: Se o suporte é estendido por todo o tempo de uso da TI, cobrindo eventuais adaptações ocorridas neste período.

O terceiro grupo está associado a questões de ordem estratégica, relacionados à TI considerada no processo de justificativa. Três subcritérios foram identificados: flexibilidade, risco e possibilidade de transformação do negócio. Cada um destes é descrito a seguir.

**Flexibilidade:** Este subcritério dos aspectos estratégicos considera a capacidade disponibilizada pela TI de integrar organizações, pessoas e informações de forma eficiente. O estudo deste critério será realizado através de dois itens: integração interna e integração externa. Segue uma breve descrição de cada um.

*Integração Interna:* Este critério considera o incremento na capacidade de integrar pessoas, processos e informações internas à organização através de sua exploração compartilhada, proporcionada pela TI. Sua avaliação se dará através da

identificação do grau de unificação e/ou reconhecimento de diferentes padrões conseguido;

*Integração Externa:* Este critério é semelhante ao anterior, com a diferença de considerar a capacidade de integração de pessoas, os processos e as informações externas à organização. Sua avaliação também será de forma semelhante à interna;

**Risco:** O segundo subcritério dos aspectos estratégicos está relacionado ao risco associado à TI. São identificados cinco critérios de risco: *trade-off*, funcional, de suporte, de mudanças tecnológicas e de não cumprimento de custos e prazos. A avaliação de todos os critérios de risco se dará pela atribuição de um valor probabilístico estimado. Uma descrição de cada um é feita abaixo.

*Risco de Trade-off:* Diz respeito à possibilidade de que a adoção de uma determinada TI venha a impedir ou a dificultar a adoção de outra no futuro. Por exemplo: da possibilidade de que o uso de um determinado protocolo ou padrão de armazenamento de dados empregado por um produto utilizado hoje exclua a melhor opção tecnológica no futuro;

*Risco Funcional:* Este risco considera a probabilidade de que a TI não atinja os resultados esperados, ou seja, não cumpra com as especificações de projeto;

*Risco de Suporte:* Da probabilidade de que o produto deixe de ser suportado pelo fabricante;

*Risco de Mudanças Tecnológicas:* Este risco considera a probabilidade de que o padrão tecnológico adotado tenha seu uso descontinuado num futuro próximo, forçando a uma reestruturação com conseqüente aumento nos custos;

*Risco de Custos/Prazos:* Neste ponto é considerada a possibilidade de que a aquisição de determinada TI extrapole as previsões de orçamento e cronograma;



**Transformação do Negócio:** o terceiro critério dos aspectos estratégicos está relacionado com a possibilidade de que a TI proporcione oportunidades de transformação do negócio. A análise das características do produto, bem como da estratégia organizacional, é fundamental para avaliar o grau em que a TI pode atender a cada um dos itens citados neste critério. Cinco subcritérios foram identificados e são citados a seguir e descritos logo abaixo: melhoria do serviço ao consumidor, alinhamento da TI com a estratégia do negócio, melhoria da imagem organizacional, melhoria do posicionamento estratégico e a melhoria da eficiência e do controle de processos internos.

*Melhoria do serviço ao consumidor:* Capacidade associada à TI em competir em custos, em aumentar a qualidade do produto, em aumentar a satisfação e em reduzir o tempo de atendimento ao cliente;

*Alinhamento da TI com a estratégia do negócio:* Este critério visa identificar o grau em que a TI suporta a estratégia do negócio. Por exemplo: viabilizar o lançamento de produtos em tempo hábil, diminuir os custos de planejamento, propiciar alianças e crescimento, reduzir o pessoal burocrata ou administrativo, economizar em relação ao equipamento utilizado, etc, caso estes sejam objetivos globais da organização;

*Melhoria da imagem organizacional:* Se o uso da TI irá influenciar positivamente na percepção dos clientes com relação a imagem que eles têm da organização. Por exemplo: em ambientes altamente tecnológicos, onde os clientes têm acesso a tecnologias de ponta, o uso, por parte da organização, de tecnologias semelhantes pode ser um fator importante de fidelização;

*Melhoria do posicionamento estratégico:* Da oportunidade relacionada à TI de introduzir novos produtos, de influenciar no aumento do crescimento de oportunidades de novos negócios, de proporcionar um grande intervalo de produtos, bem como de proporcionar um grande volume de produção;

*Melhoria da eficiência e controle de processos internos:* Este critério considera que a TI possa diminuir o custo de controle, melhorar a gerência de informações, aumentar a precisão de dados, incrementar os fluxos de caixa, diminuir o tempo entre produção e distribuição, diminuir o tempo ocioso, diminuir o retrabalho, detectar logo cedo não conformidades, melhorar a utilização de material, melhorar a informação para a tomada de decisão, melhorar a habilidade de responder rapidamente a situações não esperadas, melhorar o moral, melhorar a habilidade para avaliar um número maior de alternativas e a diminuir os estoques.

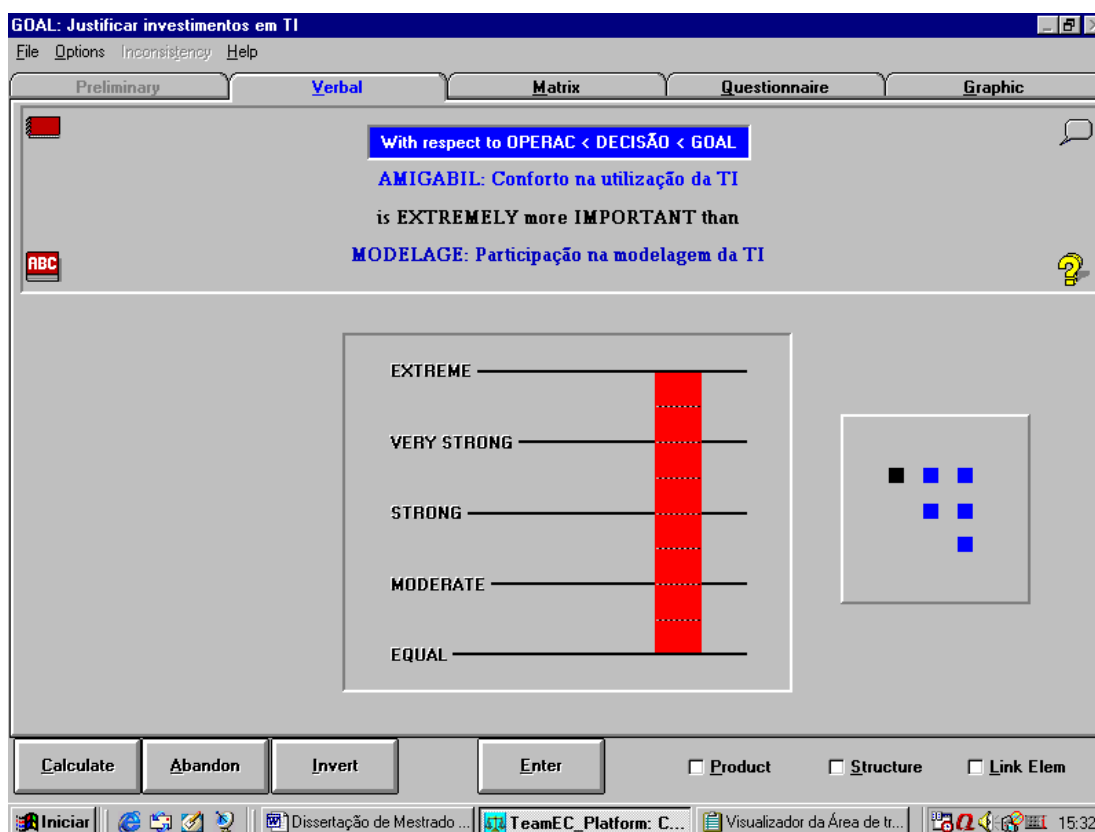
*Passo 2C:* Embora o conjunto mínimo contenha o que pode ser definido como dimensões mínimas a serem consideradas, alguns dos atributos ainda podem ser difíceis de medir. A redução ao conjunto mínimo para obter um conjunto mensurável pode ser feita utilizando-se os seguintes critérios:

1. Representatividade: O conjunto mensurável deve ser concebido apenas com os aspectos essenciais ao conjunto mínimo para uma certa aplicação;
2. Previsão: Ele deve possibilitar com facilidade e precisão a estimativa de atributos para as alternativas propostas pelos especialistas em TI;
3. Diferenciação: Definido pela “capacidade de uma medida particular diferenciar-se entre alternativas necessárias à avaliação”.

Nesta etapa, o modelo foi submetido a especialistas em TI, a fim de que os critérios constantes do modelo, bem como a sua disposição e importância, fossem avaliados. O objetivo é determinar uma estrutura dentro da qual os atores possam colocar as suas percepções e os seus valores pertinentes à situação problema (Landry *et al.* 1983). Este processo é apresentado na seção 6.3.1.

*Passo 3: Definindo a Importância Relativa dos Critérios:* Este passo é chamado de “*weighting*”, ou seja, atribuir pesos aos critérios. Pesos podem ser definidos como fatores de escala, os quais definem *trade-off* entre critérios. Em resumo, este passo consiste em definir a importância relativa de cada critério. As seções 6.3.2 e 6.3.3 apresentam os casos analisados.

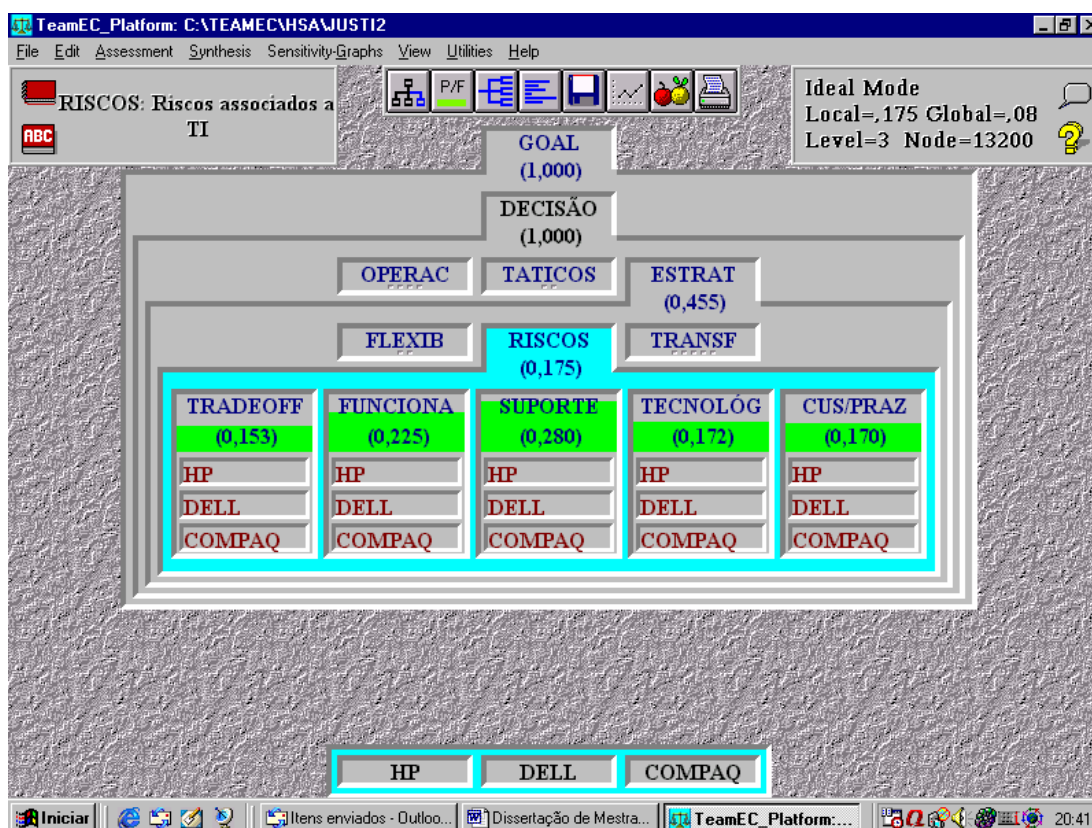
No Expert Choice®, *software* escolhido para a implementação do modelo, o decisor tem a opção de escolher a forma como fará a associação de pesos aos critérios. Existem quatro possibilidades de votação: verbal, matriz, questionário e gráfica. O decisor opta por aquela em que se sente mais à vontade para avaliar o critério. Para cada novo par de comparações, o decisor pode alterar a forma de votação, ou seja, cada vez que o decisor é indagado sobre suas preferências sobre um par de critérios, ele pode alterar o modo de votação dentre as quatro alternativas. A Figura 5 apresenta um exemplo de votação utilizando a escala verbal.



**Figura 5 – Visualização do modo de votação do Expert Choice**

Para proceder à alteração do modo de votação, basta clicar na “orelha” “*Matrix*”, “*Questionnaire*” ou “*Graphic*”.

Clicando no botão “*Invert*”, a ordem de apresentação dos critérios para votação é invertida, ou seja, se o *software* está questionando o decisor sobre quanto o critério “A” é mais importante que o critério “B”, ao inverter, a pergunta ficaria sendo o quanto o critério “B” é mais importante que o critério “A”. O botão “*Calculate*” processa a votação.



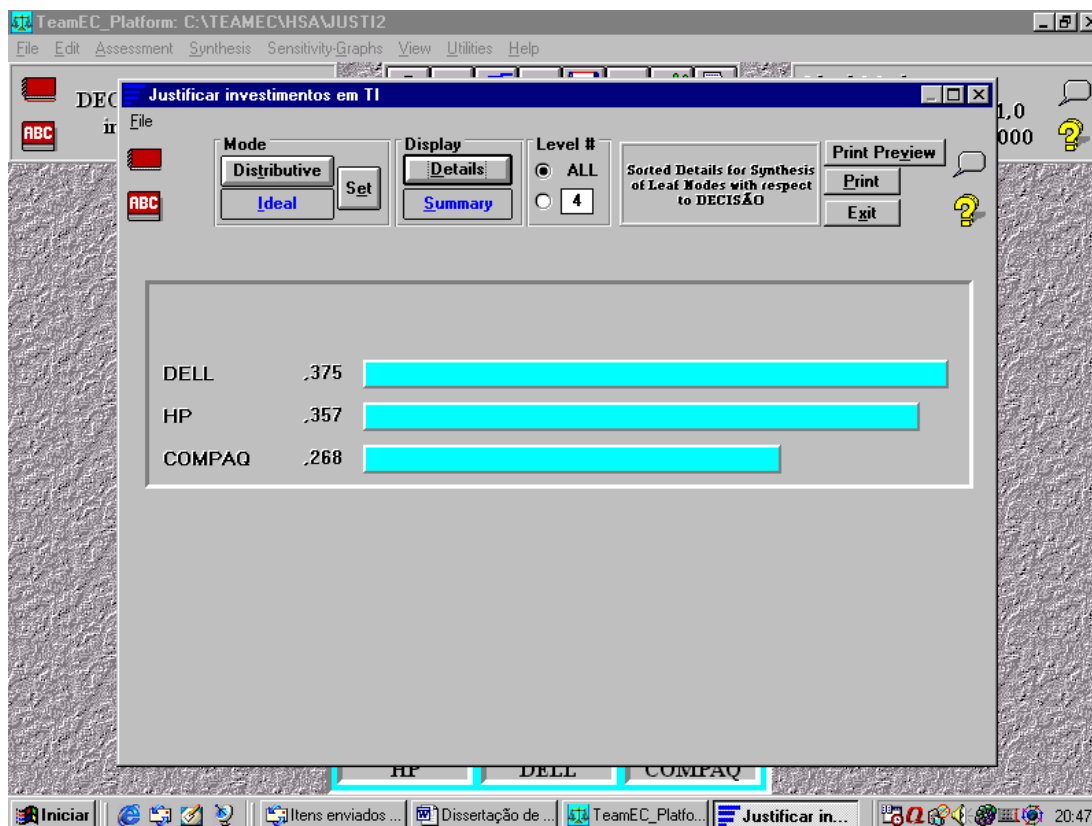
**Figura 6 – Visualização parcial dos escores atribuídos aos critérios**

*Passo 4:* Pontuando as Alternativas em Relação aos Critérios: Consiste em associar valores com cada alternativa, refletindo a sua *performance* em cada nível de critério básico na hierarquia.

O processo de votação é basicamente igual ao passo 4, sendo que o *software*, neste ponto, indaga ao decisor quanto às suas preferências, comparando as alternativas entre si, em relação aos critérios de último nível da hierarquia do modelo.

*Passo 5.* Avaliação Global de Cada Alternativa: Utilizando-se as formulações matemáticas do método AHP, escores parciais e gerais são computados em cada

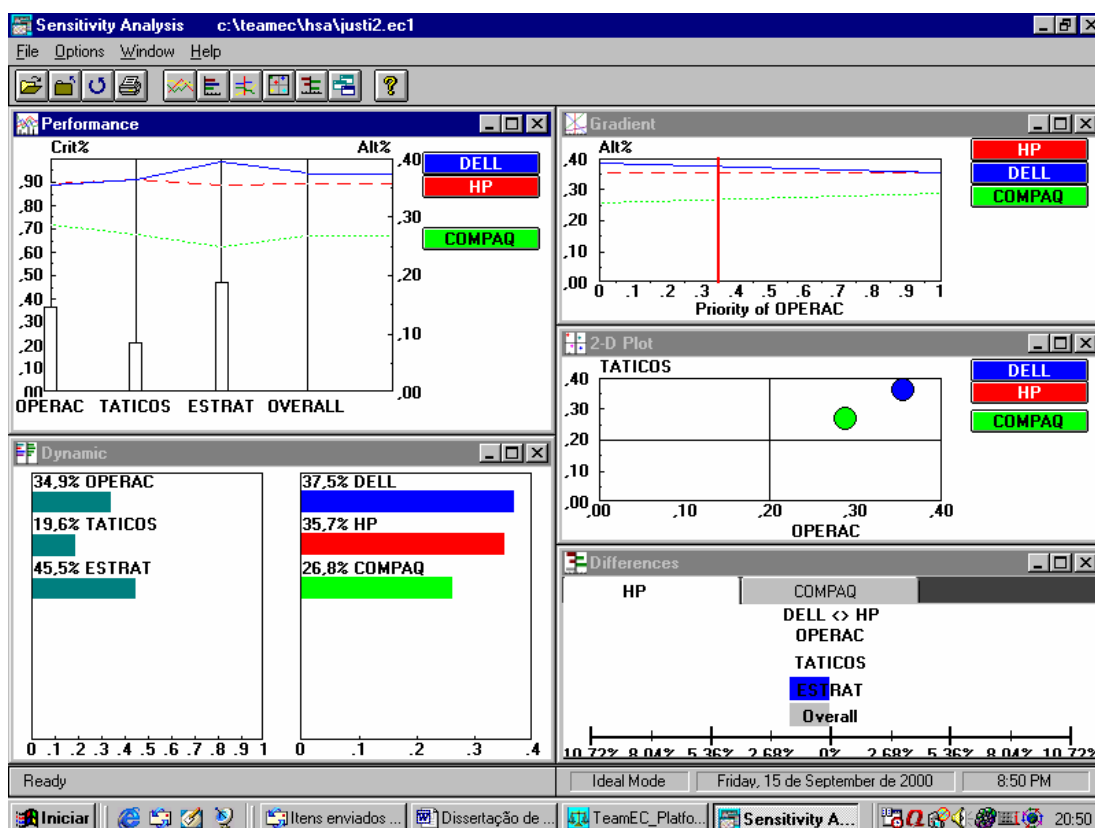
alternativa. A título de exemplo, a Figura 7 apresenta os escores globais de três alternativas, DELL, HP e Compaq, sendo elas 0.375, 0.357 e 0.268 respectivamente.



**Figura 7 – Visualização dos escores obtidos em cada alternativa**

*Passo 6. Análise de Sensibilidade:* Embora os passos anteriores possam classificar num *ranking* as alternativas, o processo de análise ainda não está pronto. Uma análise de sensibilidade deve ser realizada particularmente para os pesos dos critérios. A análise de sensibilidade irá mostrar o comportamento dos vários dados sob diferentes cenários de decisão.

O *software* permite a realização da análise de sensibilidade visual, cujo decisor pode alterar os pesos dos critérios, facilmente, e identificar o impacto causado por tal alteração no escore global das alternativas (Figura 8).



**Figura 8 – Visualização parcial da análise de sensibilidade**

*Passo 7. Recomendações:* Este passo tem como objetivo recomendar as alternativas, as quais são aceitáveis como boas soluções para o problema, levando-se em conta que nem sempre é possível classificar uma alternativa como melhor que as demais.

Depois de realizada a análise de sensibilidade, foi possível identificar algumas situações que devem ser consideradas em relação à decisão de investimento. Conforme os resultados da análise de sensibilidade, os decisores que participaram dos estudos mostraram-se satisfeitos com as informações geradas pelo modelo e seguros quanto às suas posições frente às suas percepções, quer seja no sentido de ratificá-las ou de revê-las.

## **6. VALIDAÇÃO DO MODELO MULTICRITERIAL**

Este capítulo descreve o processo de validação do modelo multicriterial. Sua organização é a seguinte: descrição teórica do processo de validação de um modelo e descrição do processo de validação do modelo proposto através dos métodos de validação de face e de validação convergente.

### **6.1. Processo de validação de um modelo**

Segundo Borenstein e Becker (s.d.), validação é o processo que define se o comportamento do modelo representa um sistema do mundo real no domínio de um problema particular.

Métodos e técnicas de validação podem ser divididos em duas categorias principais: qualitativa e quantitativa. As técnicas quantitativas aplicam ferramentas estatísticas para comparar a *performance* de modelos contra casos de teste. Já as técnicas qualitativas empregam comparações subjetivas de *performance*. O’Keefe *et al.* (1987) apud Borenstein e Becker (s.d.) ressaltam que esta distinção não implica que métodos qualitativos sejam informais. Acentuam que é possível e desejável



modelar procedimentos de validação qualitativos altamente formais. São exemplos: validação de face, “*field test*” e “*user assessment*”.

*Validação de face* é definida por McCall e Lombardo (1982) apud Landry *et al.* (1983) como sendo um processo de reunião de opiniões sobre a racionalidade e sobre a precisão do modelo baseado no conhecimento das pessoas sobre o sistema.

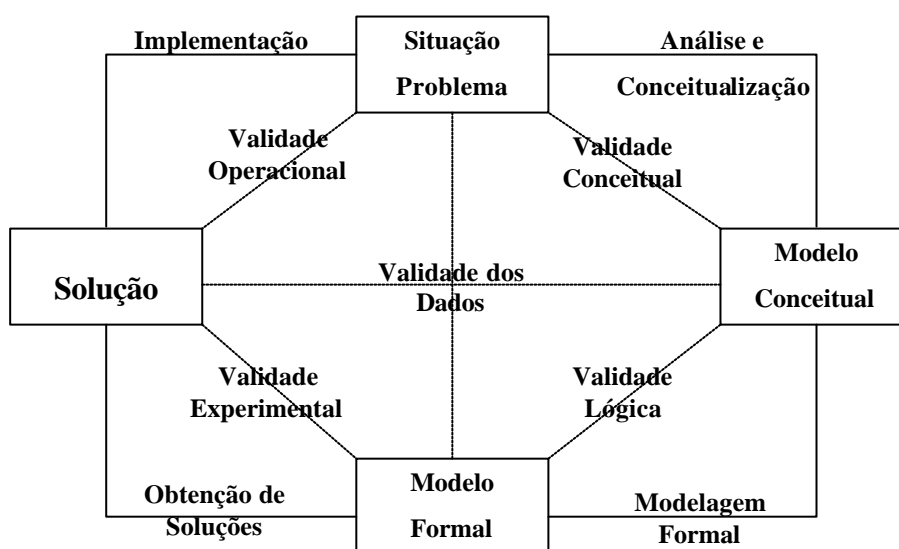
“*Field test*” ou teste de campo, também conhecido como teste piloto, é definido por Borenstein e Becker (s.d.) como o processo de colocar o modelo em funcionamento e então procurar identificar possíveis erros de *performance*.

“*User assessment*”, segundo Borenstein e Becker (s.d.), consiste da reunião de partes interessadas, independentemente das pessoas envolvidas na origem do modelo, do desenvolvimento e da implementação para avaliar a sua aplicabilidade.

Teste de campo e “*user assessment*” são especializações do processo de validação denominado validação convergente, que, conforme Campbell e Fiske (1959) apud Landry *et al.* (1983), consiste da comparação dos prognósticos do modelo com os dos especialistas.

Validação conceitual, lógica, experimental, operacional e de dados fazem parte do esquema sugerido por Landry *et al.* (1983) para as atividades de identificação da situação problema, de construção do modelo conceitual, do modelo formal, e, finalmente, da solução do problema. A validação de dados é requerida para cada uma

dessas atividades. Este esquema é chamado, pelos autores, de processo de modelagem-validação. Na Figura 9 apresentada a seguir, pode-se identificar como se dá o processo de modelagem-validação, bem como a sua relação com os modelos intermediários produzidos. Logo após, é feita uma breve descrição, baseada em Landry *et al.* (1983), para cada um dos tipos de validação apresentados nessa figura.



**Figura 9 – Esquema de relação entre os modelos e as atividades de validação**

Fonte: Obtido em Landry *et al.* (1983, p. 212)

**Validade Conceitual:** Neste ponto, a situação problema tem que ser adequadamente detectada, tanto que considere os elementos e relacionamentos julgados pertinentes por aqueles atores que vivem e lidam com a situação problema e em conformidade com as ferramentas e técnicas que estão disponíveis para o uso em outras fases do processo de modelagem-validação.

**Validade Lógica:** Este tipo de validade está relacionado com a capacidade do modelo formal em descrever correta e precisamente a situação problema como

definida no modelo conceitual. É o atributo do modelo para o qual a tradução foi feita corretamente.

**Validade Experimental:** A validade experimental refere-se à qualidade e à eficiência do mecanismo de solução.

**Validade Operacional:** Determina a qualidade e a aplicabilidade das soluções e das recomendações em respeito às expectativas do usuário e do uso do modelo formal com respeito à situação problema.

**Validade dos Dados:** Está fortemente relacionada com a suficiência, com a precisão e como o grau em que o dado é apropriado ao uso, bem como com a disponibilidade destes, dentro de custos aceitáveis.

## 6.2. Unidades de análise

A fim de complementar o processo de validação do modelo proposto, surgiu a necessidade de testá-lo em situações de decisão. Para tanto, entrou-se em contato com algumas organizações. A escolha das organizações que participariam desta etapa da pesquisa levou em consideração o fato de que, para dar maior validade ao processo de teste do modelo, tais organizações deveriam ter critérios claros quanto ao seu interesse no processo de justificativa de investimentos em TI. Conforme destacado anteriormente, baseado no trabalho de Powell (1992), algumas empresas sequer fazem avaliação de seus investimentos, quer seja por não terem objetivos e assim não possuírem nenhuma unidade pela qual possam medir os sistemas

propostos, quer seja por verem a automação como obrigatória, dispensando um processo normal de avaliação.

Com base nos critérios acima especificados, as seguintes organizações foram escolhidas para que situações de investimento em TI vivenciadas por elas fizessem parte deste estudo: COMIL – Silos e Secadores Ltda, URI – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões e HCSA – Hospital de Caridade de Santo Ângelo. A apresentação das organizações é feita nas seções “*user assessment*” e “teste de campo”.

### **6.3. O processo de validação aplicado à pesquisa**

Diversos processos de validação estão associados à construção de um modelo multicriterial. Inicialmente, deve-se levantar os critérios que irão compor o modelo e estruturá-los de forma hierárquica. Esta etapa foi validada através do processo chamado de validação de face, fundamentado teoricamente na seção 6.1 e descrito conforme aplicado à pesquisa na seção 6.3.1. A seguir, o modelo passa para a implementação computacional, permitindo sua utilização. Neste ponto, o modelo foi validado pelo processo chamado validação convergente, de duas maneiras: com situações passadas de decisão e decisões futuras, ou seja, situações em que a decisão já foi tomada e situações em que a decisão ainda não foi tomada, respectivamente. Nas decisões passadas, o modelo foi validado através do processo chamado “*user assessment*”, fundamentado teoricamente na seção 6.1 e descrito conforme aplicado à pesquisa na seção 6.3.2, em duas situações. Nas decisões futuras, o modelo foi

validado através do processo chamado teste de campo, fundamentado na seção 6.1 e descrito conforme aplicado à pesquisa na seção 6.3.3, também em duas situações. Nos quatro estudos realizados, os decisores foram questionados quanto à sua satisfação em relação às validações pertencentes ao esquema da Figura 9 (validação conceitual, lógica, experimental, operacional e de dados).

### 6.3.1. Validação dos critérios – validação de face

A operacionalização desta etapa deu-se através da construção de um *site*. As informações disponibilizadas no *site* encontram-se no Anexo J, e a sua organização é apresentada na Figura 10.

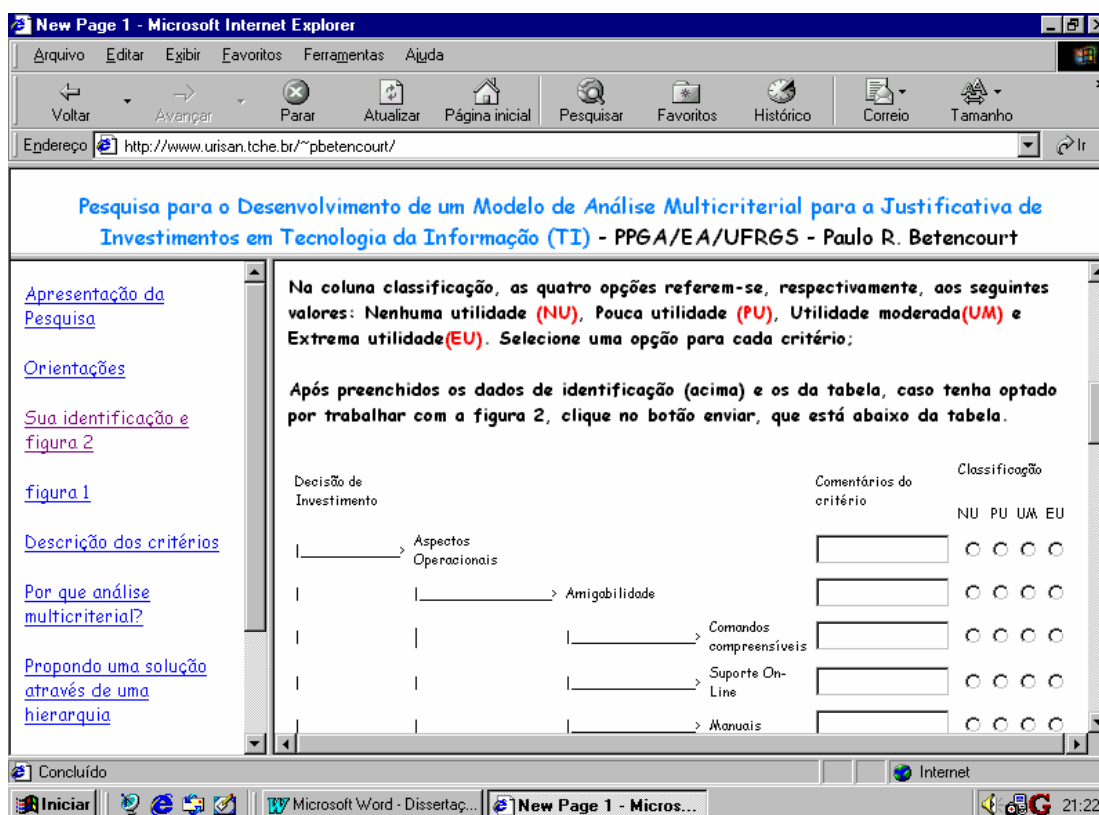


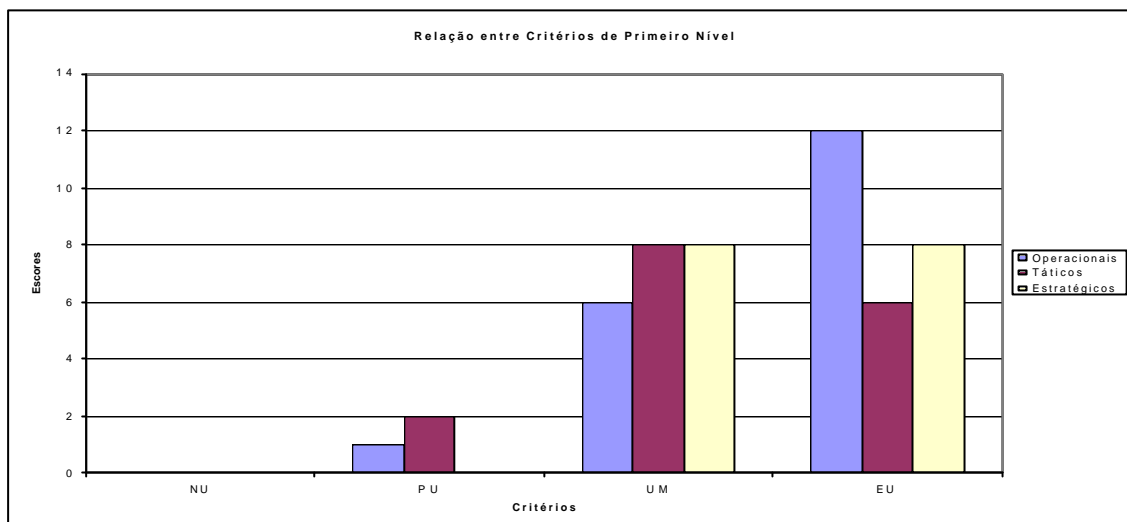
Figura 10 – Visão parcial do *site* utilizado no processo de validação de face do modelo

Os respondentes contatados para esta etapa foram escolhidos em função de terem se destacado em atividades relacionadas à decisão em TI, e não em função de localização geográfica. Eis a relação de algumas cidades onde essas pessoas exercem suas atividades: Porto Alegre (RS), Passo Fundo (RS), Santo Ângelo (RS), Rio de Janeiro (RJ), Catalão (GO) e Cascavel (PR). Esta dispersão geográfica não permitiu que essas pessoas fossem reunidas num único local, o que levou à opção de utilização de *site*, de e-mail, de telefone e, quando possível, de contatos pessoais.

Das trinta pessoas contatadas inicialmente, vinte responderam ao questionário apresentado no *site*. O número médio aproximado de projetos em TI em que tiveram participação é 8,5.

Não houve sugestões no sentido de alteração da hierarquia. Os nomes, a forma de avaliação e a disposição hierárquica foram mantidos inalterados após esta etapa. A Tabela 8, definida no Anexo A, apresenta a síntese da votação de cada critério. Destaca-se que a opção “Nenhuma Utilidade” foi escolhida em apenas cinco avaliações.

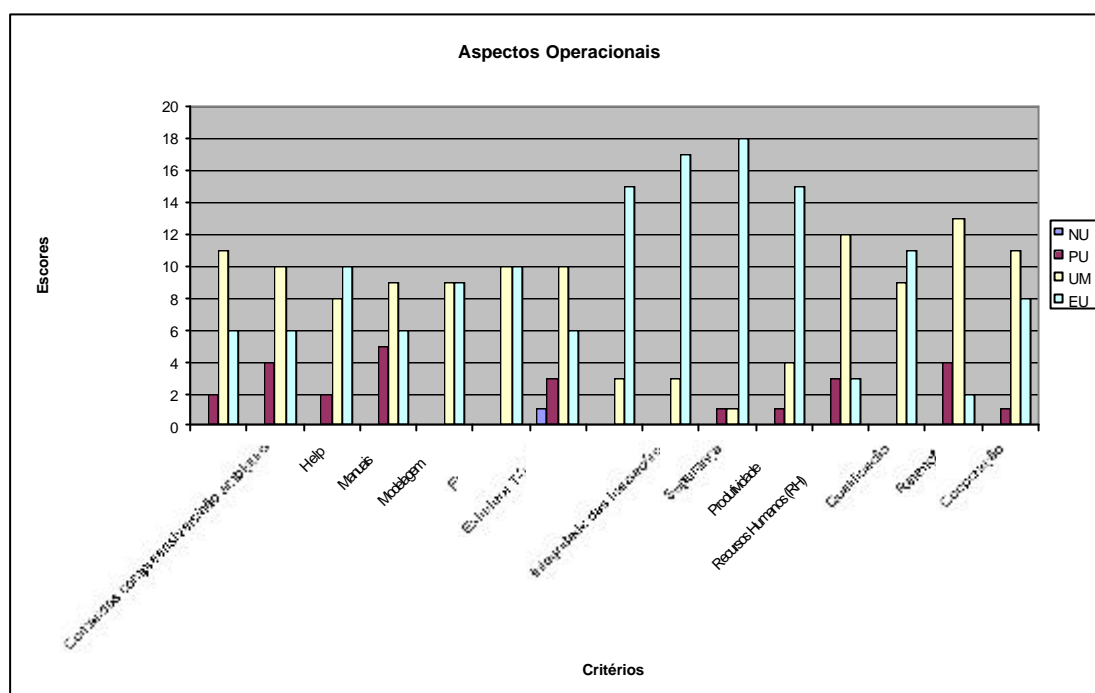
Os gráficos apresentados a seguir expressam a votação dos critérios “Aspectos Operacionais”, “Aspectos Táticos” e “Aspectos Estratégicos”, bem como dos subcritérios dispostos abaixo destes. Utilizou-se três gráficos, apenas para efeito de visualização.



**Figura 11 – Escores registrados para os aspectos operacionais, táticos e estratégicos**

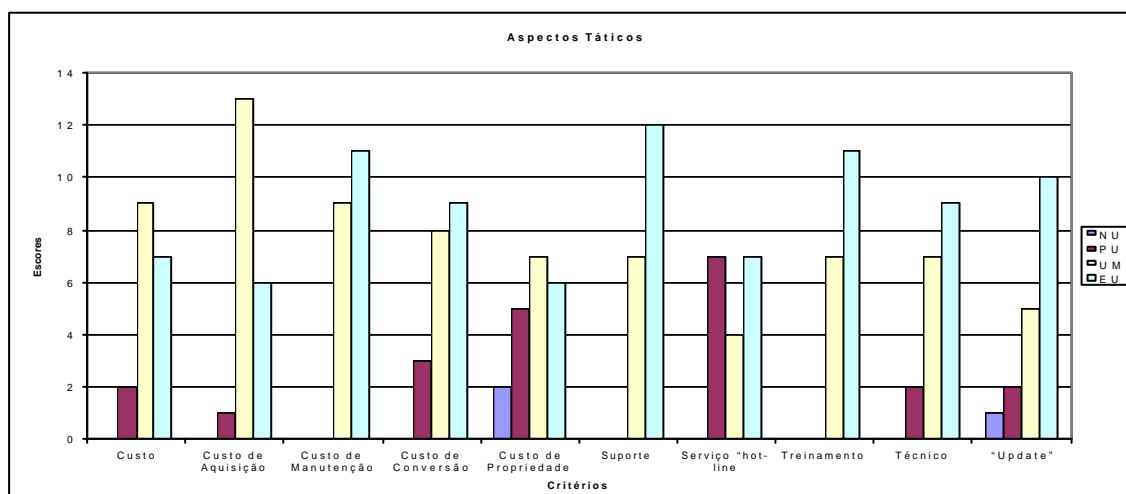
A Figura 11 apresenta as preferências dos especialistas no que diz respeito aos aspectos “operacionais”, “táticos” e “estratégicos”. De uma maneira geral, todas as implicações relativas à TI podem ser enquadradas num desses critérios. Desta forma, “Nenhuma Utilidade” (NU) não ser citado nenhuma vez é um resultado esperado. A votação dos aspectos “operacionais” apresentou uma característica interessante. Eles foram citados em “Pouca Utilidade” (PU) e “Utilidade Moderada” (UM), porém, em “Extrema Utilidade” (EU), receberam o maior escore de votação dos três critérios, indicando grande variação de preferência. O fato de ser o mais citado entre os três reforça as conclusões de Hinton e Kaye (1996) de que os investimentos em TI estão “ancorados”, historicamente, num território operacional. Estes resultados reforçam a necessidade de se incorporar uma dimensão estratégica ao processo de justificativa.

Os subcritérios dos aspectos “operacionais” obtiveram uma votação expressiva para as opções “Utilidade Moderada” e “Extrema Utilidade”. A Figura 12 resume a votação.



**Figura 12 – Escores registrados para os subcritérios dos aspectos operacionais**

Através dos escores obtidos para os aspectos “táticos”, pode-se perceber que “suporte” apresenta um grau de preferência muito superior ao “custo”. A Figura 13 apresenta os escores obtidos por todos os critérios desse nível.

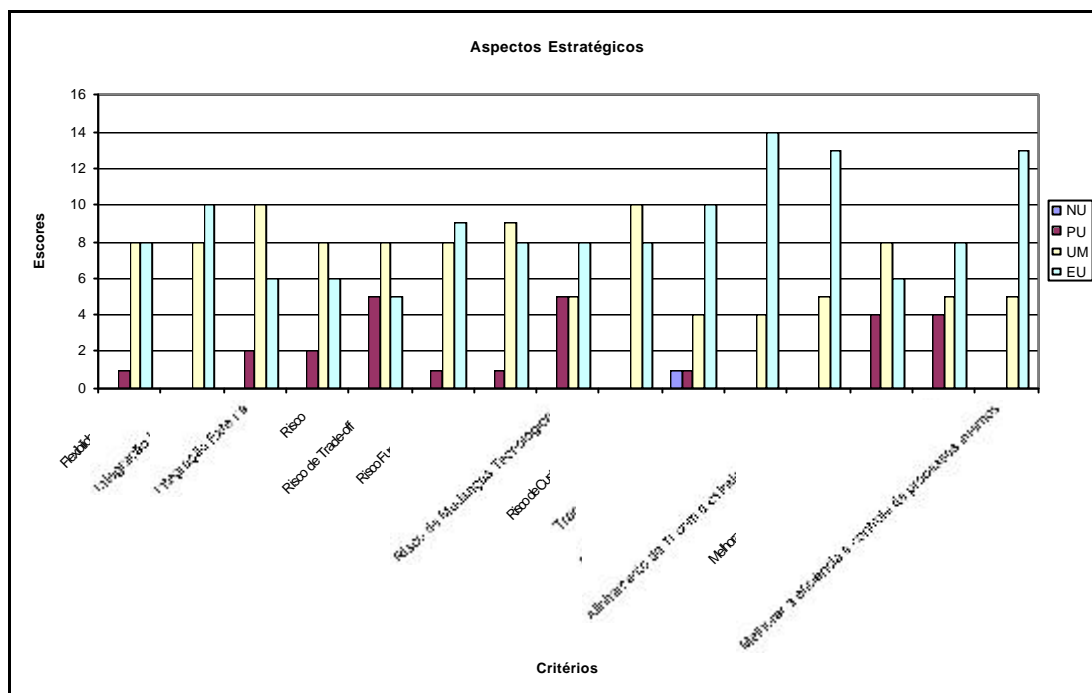


**Figura 13 – Escores registrados para os subcritérios dos aspectos táticos**

Os aspectos “estratégicos” também obtiveram uma expressiva votação para a alternativa “Utilidade Moderada” e “Extrema Utilidade”. A Figura 14 apresenta os



escores obtidos por cada um dos critérios desse nível. Destaca-se a importância associada ao critério “melhoria do serviço ao consumidor”, que obteve quatorze votos para “Extrema Utilidade” e quatro para “Utilidade Moderada”.



**Figura 14 – Escores registrados para os subcritérios dos aspectos estratégicos**

O Anexo A apresenta escores de utilidade associados a cada critério do modelo, validado a partir de opiniões de especialistas. Utilizando-se o *software* Sphinx®, fez-se a média para cada critério com valores de um a quatro para as opções “nenhuma utilidade”, “pouca utilidade”, “utilidade moderada” e “extrema utilidade” respectivamente. Os resultados são apresentados na coluna “média”. A seguir, subtraiu-se dessa média o desvio padrão, no sentido de identificar o menor valor médio de cada critério. O resultado é apresentado na coluna “média – desvio padrão”. Para as intenções da pesquisa, os resultados obtidos indicaram que nenhum critério deveria ser excluído do modelo. Apenas um critério, “custo de propriedade”, registrou um valor menor que dois (1,86), valor considerado razoável.

### **6.3.2. Validação através da aplicação do modelo a decisões passadas – “*user assessment*”**

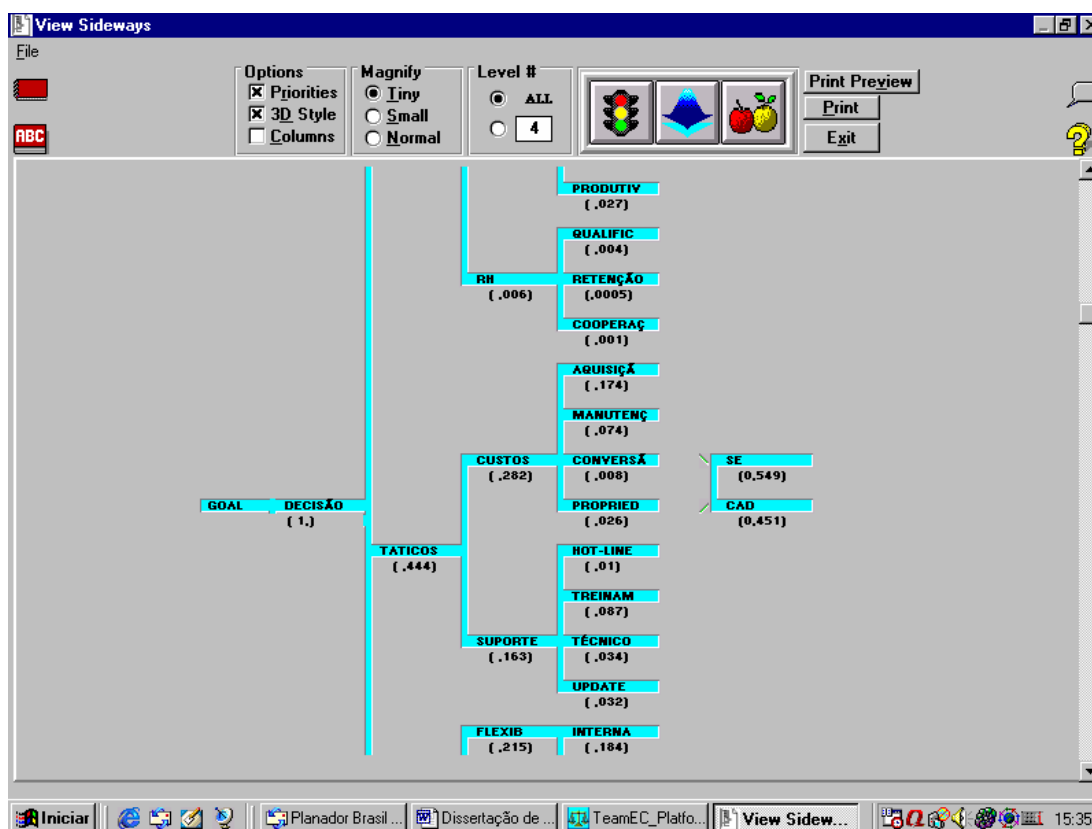
O modelo foi testado em duas decisões relativas à TI que já haviam sido tomadas, ou seja, decisões passadas, em que as implicações referentes a estas já eram conhecidas. Para estas situações, aplicou-se o método de validação denominado “*user assessment*” apresentado nas seções 6.3.2.1 e 6.3.2.2, a seguir.

#### **6.3.2.1.O caso COMIL – CAD x Solid Edge (*software*) – Problema 1**

Nesta seção será feita uma apresentação sintética do caso estudado, baseada no modelo multicriterial de sete passos de Borenstein (1998). A descrição completa do estudo encontra-se no Anexo B. O questionário aplicado ao decisor é apresentado no Anexo F, e as respostas do decisor quanto à validação do modelo são apresentadas no Anexo G.

A organização na qual foi realizado o primeiro estudo (Problema 1) é denominada COMIL Silos e Secadores Ltda. Situa-se à Av. Tancredo Neves, 273, CEP 85804-260, na cidade de Cascavel (PR). Suas atividades estão concentradas no ramo da metalurgia, fabricando equipamentos para limpeza, transporte, secagem e armazenagem de grãos.

Seus investimentos em TI alcançam um valor médio anual em torno de R\$ 50.000,00, e o número médio anual de projetos de investimentos em TI é de dez.



**Figura 15 – Visão parcial dos escores associados aos critérios no caso COMIL - Problema 1**

Passo 1: Definição das alternativas: manter o atual *software* de desenho e de projeto Auto CAD ou substituí-lo pelo Solid Edge.

Passo 2: Definição dos critérios: a hierarquia de critérios utilizada é apresentada na Figura 4. Nenhum critério foi excluído nesse estudo, embora os subcritérios de “modelagem”, “funções” e “estrutura” tenham sido considerados indiferentes frente às alternativas. Para estes, os escores associados foram 0.500 para cada um. A validade conceitual, associada a este passo, foi avaliada pelo decisor com grau de satisfação 5 (Anexo G).

Passo 3: Definindo a importância relativa dos critérios: o decisor procedeu a votação de suas preferências/importâncias. Uma visão parcial dos resultados desse processo é apresentada na Figura 15.

Passo 4: Pontuando as alternativas com respeito aos critérios: ao término da votação dos critérios, o decisor iniciou o processo de votação das alternativas com respeito aos critérios do último nível da hierarquia (Figura 4). O processo de votação é idêntico ao anterior, com a diferença de que o decisor vota suas preferências/importâncias das alternativas com relação aos critérios de último nível.

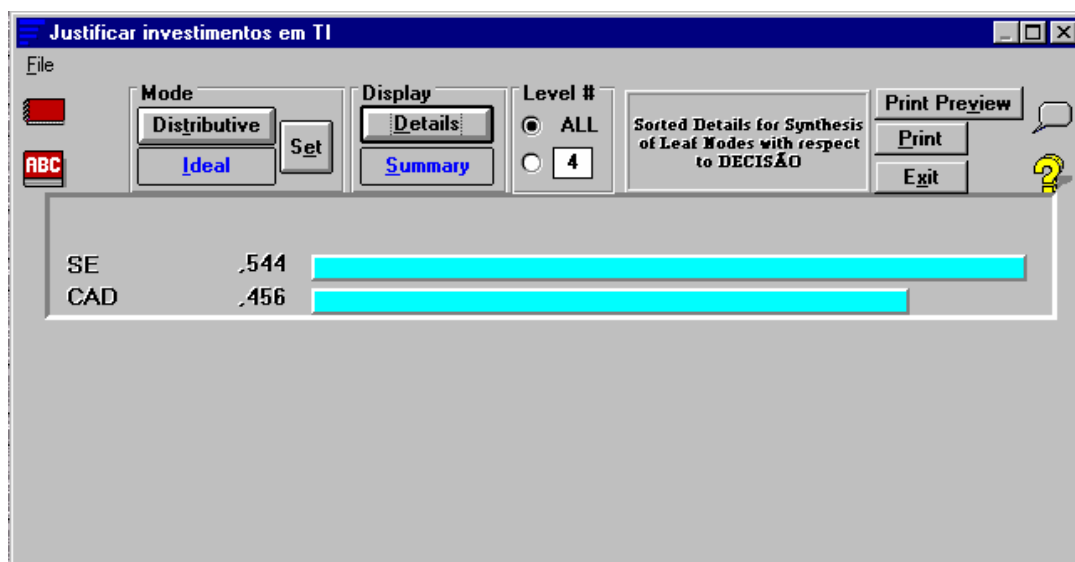
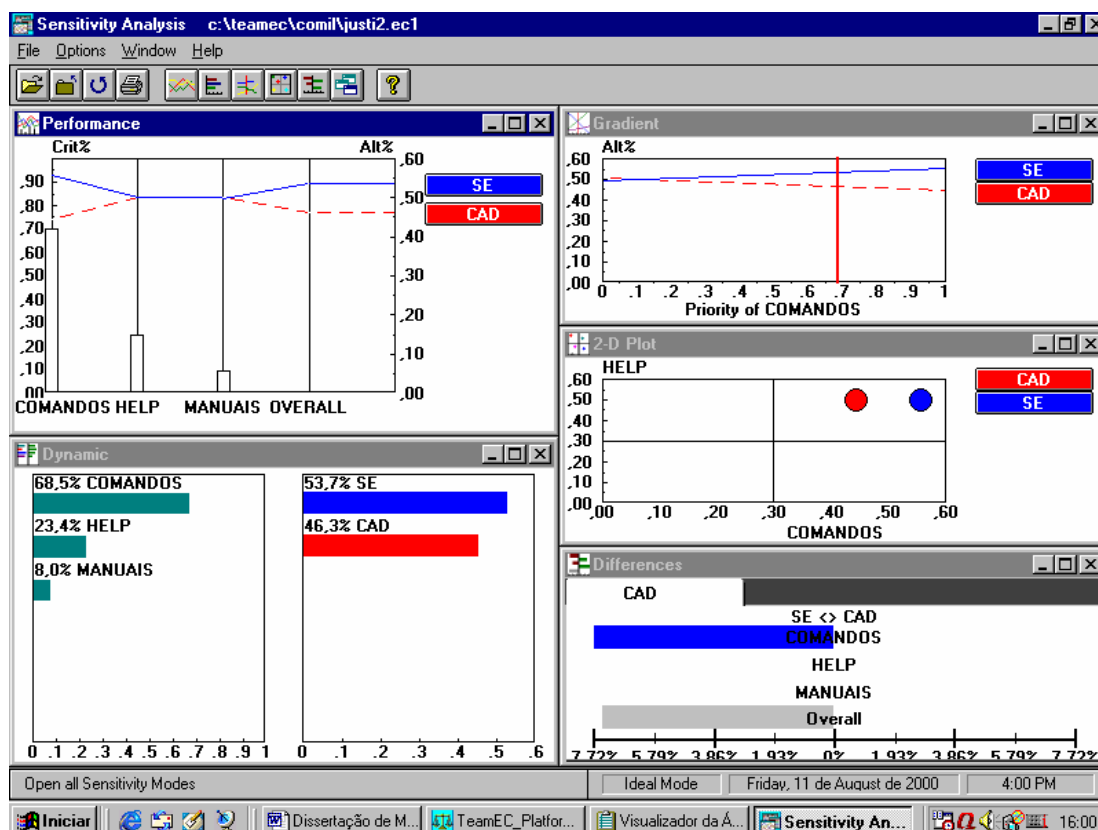


Figura 16 – Escores das alternativas do Problema 1

Passo 5: Avaliação global de cada alternativa: ao término do processo de votação, o *software* calcula o escore global obtido em cada alternativa. A Figura 16 apresenta os escores calculados para o Solid Edge (SE) e o AutoCAD (CAD).

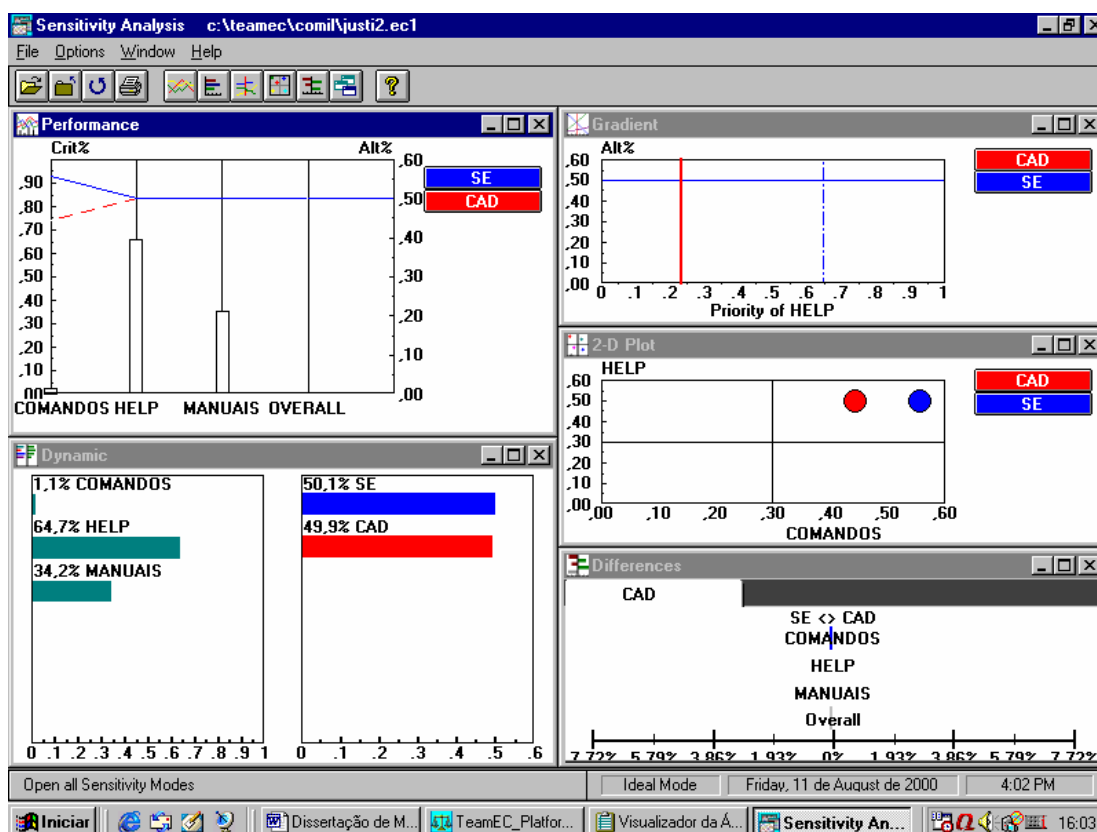
Passo 6: Análise de sensibilidade: uma vez que o resultado global é conhecido, inicia-se o processo de análise de sensibilidade. As situações analisadas são apresentadas na Tabela 4. As Figuras 16 e 17 apresentam exemplos de como este processo ocorreu, mostrando os resultados de análises realizadas, visando-se os

escores dos critérios “comandos”, “help” e “manuais”. O Anexo B apresenta uma descrição detalhada das análises realizadas.



**Figura 17 – Análise de sensibilidade – Problema 1 (escores originais)**

Na Figura 17 é possível perceber que a importância/preferência dos critérios “help” e “manuais” é equivalente. Variações no grau de importância/preferência para esses dois critérios não alterariam o escore global. Já para o critério “comandos”, variações no seu escore causariam variações significativas no escore global. Nesta figura são visualizados todos os modos disponibilizados pelo *software* para realizar a análise de sensibilidade.



**Figura 18 – Análise de sensibilidade – Problema 1 (escores alterados)**

A Figura 18 mostra o resultado da variação nos pesos das alternativas, em especial, neste caso, da variação do escore do critério “comandos”, causando alterações nos escores globais das alternativas.

Situação	Crítérios	Escore original	Escore alterado	Parecer
1	Comandos	68.5%	1.1%	“... comandos é mais importante que manuais, mesmo reduzindo seu valor não chegaria a estes índices...”
	Help	23.4%	64.7%	
	Manuais	8.0%	34.2%	
2	Operacionais	8.4%	98.2%	“... os aspectos táticos e estratégicos têm peso semelhante, reduzir os estratégicos para 1.8% é uma possibilidade remota...”
	Táticos	44.4%	0.0%	
	Estratégicos	47.2%	1.8%	
3	Amigabilidade	45.6%	98.2%	“... variar o peso do critério modelagem de 5.4% para 98.2% é improvável...”
	Modelagem	5.4%	0.9%	
	Performance	42.3%	0.3%	
	RH	6.7%	0.9%	
4	Amigabilidade	45.6%	17.8%	“... o aumento do peso do critério RH não é justificado para este caso...”
	Modelagem	5.4%	14.5%	
	Performance	42.3%	14.7%	
	RH	6.7%	53.1%	
5	Amigabilidade	45.6%	21.0%	“... não creio nesta possibilidade...”
	Modelagem	5.4%	20.7%	
	Performance	42.3%	14.1%	
	RH	6.7%	44.1%	
6	Integridade	18.4%	9.1%	“... a empresa está buscando produtividade, reduzi-la a 0.3% não faz sentido...”
	Segurança	6.3%	90.6%	
	Produtividade	75.3%	0.3%	
7	Qualificação	70.1%	0.5%	“... qualificação é o fator mais importante entre os três apresentados...”
	Retenção	9.7%	99.4%	
	Cooperação	20.2%	0.1%	
8	Custo	63.4%	79.4%	“... é uma variação coerente, porém os escores originais estão bem dimensionados...”
	Suporte	36.6%	20.6%	
9	Aquisição	61.7%	1.2%	“... não acredito na redução do critério aquisição para 1.2%, uma vez que seu valor é conhecido e foi considerado na votação original...”
	Manutenção	26.3%	48.8%	
	Conversão	2.8%	30.3%	
	Propriedade	9.2%	19.7%	
10	Hot line	5.9%	0.3%	“... neste grupo o critério mais importante é o treinamento, em função da própria política da empresa...”
	Treinamento	53.4%	0.2%	
	Técnico	20.9%	0.1%	
	Update	19.8%	99.4%	
11	Int. Interna	85.7%	1.8%	“... hoje estamos procurando integração interna, externa será num outro nível...”
	Int. Externa	14.3%	98.2%	
12	Trade-off	6.8%	0.5%	“... risco funcional e suporte são os mais importantes, pois são os que fazem a diferença nas alternativas...”
	Funcional	33.6%	0.4%	
	Suporte	40.3%	0.6%	
	Mud. Tecnol.	8.2%	66.5%	
	Custos/Prazos	11.1%	32.0%	
13	Melh. Cons.	27.5%	0.0%	“... eficiência interna é um fator importante, não podendo ficar com 0.0%, e melhorar o posicionamento estratégico não está sendo visado e nem será atingido por nenhuma das duas tecnologias...”
	Alinh. TI	28.3%	0.1%	
	Melh. Imagem	5.3%	10.4%	
	Mel. Pos. Est.	9.6%	89.4%	
	Mel. Ef. Int.	29.3%	0.0%	

**Tabela 4 – Síntese da análise de sensibilidade do caso COMIL – Problema 1**

Passo 7: Recomendações: encerrada a análise de sensibilidade, é possível identificar que, para a maioria das situações analisadas, o decisor está convencido das suas preferências /importâncias. Porém, os aspectos “táticos”, “custo” e “suporte” geraram uma certa inquietude, em razão do decisor não manipular diretamente informações deste nível. Para ele, é necessário rever os valores atribuídos com especialistas da empresa, a fim de se tenha mais segurança na decisão. Para este caso, recomenda-se uma análise mais criteriosa das preferências quanto aos aspectos ‘táticos”, “custo” e “suporte”, a fim de que a decisão de opção do *software* Solid Edge seja ou não confirmada.

Neste estudo, a avaliação feita pelo decisor foi muito positiva, como pode ser constatado nas questões 7 a 17 do Anexo G, representando a Validação Conceitual (7 - 9), Lógica (10 - 12), Experimental (13), Operacional (14 - 16) e Dados (17). A avaliação global do modelo, no que diz respeito a estes cinco conceitos de validação, foi total (5), demonstrando que o modelo, o método, a aplicabilidade das soluções, as recomendações e a suficiência e a precisão dos dados foram considerados adequados por este decisor.



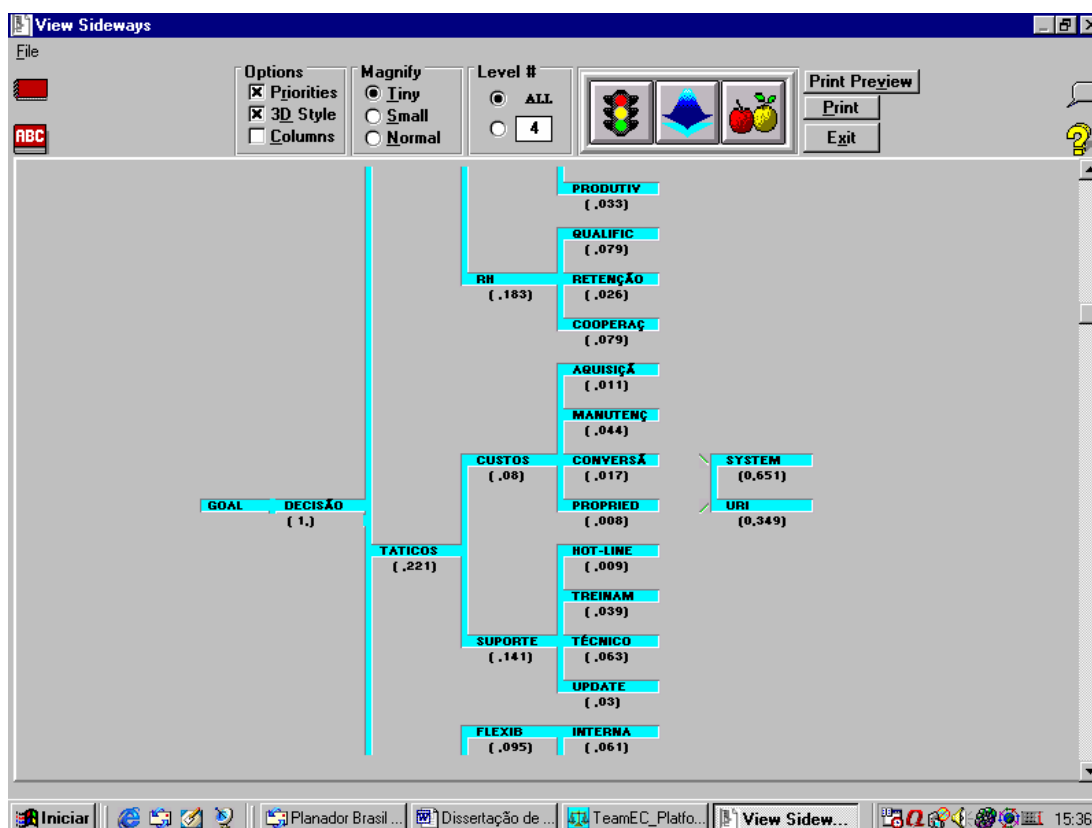
### **6.3.2.2.O caso URI – URI x System (*software*) – Problema 2**

A organização onde foi realizado o estudo Problema 2 é denominada Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões. Situa-se à Av. Universidade das Missões, 464, Bairro Universitário, CEP 98802-470, na cidade de Santo Ângelo (RS). Suas atividades estão relacionadas à prestação de serviços na área de ensino, pesquisa e pós-graduação.

Os investimentos em TI alcançam um montante médio anual em torno de R\$ 500.000,00. Este valor representa a soma dos projetos do período, que em média atingem um total de dez.

Esta Universidade é multicampi, possuindo “campi” nas cidades de Santo Ângelo, de Erechim, de Frederico Westphalen e de Santiago, com extensões em Cerro Largo e em São Luiz Gonzaga. Todas estas cidades estão situadas no Rio Grande do Sul. O estudo foi realizado no “campi” de Santo Ângelo pela facilidade de acesso às informações, tendo em vista que o pesquisador trabalha nessa instituição e nesse “campi”.

A descrição completa deste estudo encontra-se no Anexo C. O questionário aplicado ao decisor é apresentado no Anexo F, e as suas respostas estão no Anexo H.



**Figura 19 – Visão parcial dos escores associados aos critérios no caso URI - Problema 2**

Passo 1: Definição das alternativas: manter o atual *software* de contabilidade – URI (desenvolvido pela própria Universidade) ou substituí-lo pelo System, *software* comercial de contabilidade.

Passo 2: Definição dos critérios: a estrutura hierárquica de critérios utilizada neste estudo é apresentada na Figura 4. Nenhum critério foi eliminado. Os subcritérios de “modelagem” – “funções” e “estrutura” – foram considerados indiferentes para o estudo e pontuados com 0.500. Também os subcritérios de “performance” – “integridade”, “segurança” e “produtividade” – foram considerados indiferentes frente às alternativas, sendo ambos pontuados com 0.333. A validade conceitual, associada a este passo, foi avaliada pelo decisor com grau de satisfação 5.

Passo 3: Definindo a importância relativa dos critérios: o decisor procedeu a votação de suas preferências/importâncias. Uma visão parcial dos resultados desse processo é apresentada na Figura 19.

Passo 4: Pontuando as alternativas segundo os critérios: ao término da votação dos critérios, o decisor iniciou o processo de votação das alternativas em relação aos critérios de último nível. O processo de votação é idêntico ao anterior. Aqui o decisor vota suas preferências/importâncias dos critérios de último nível com relação às alternativas.

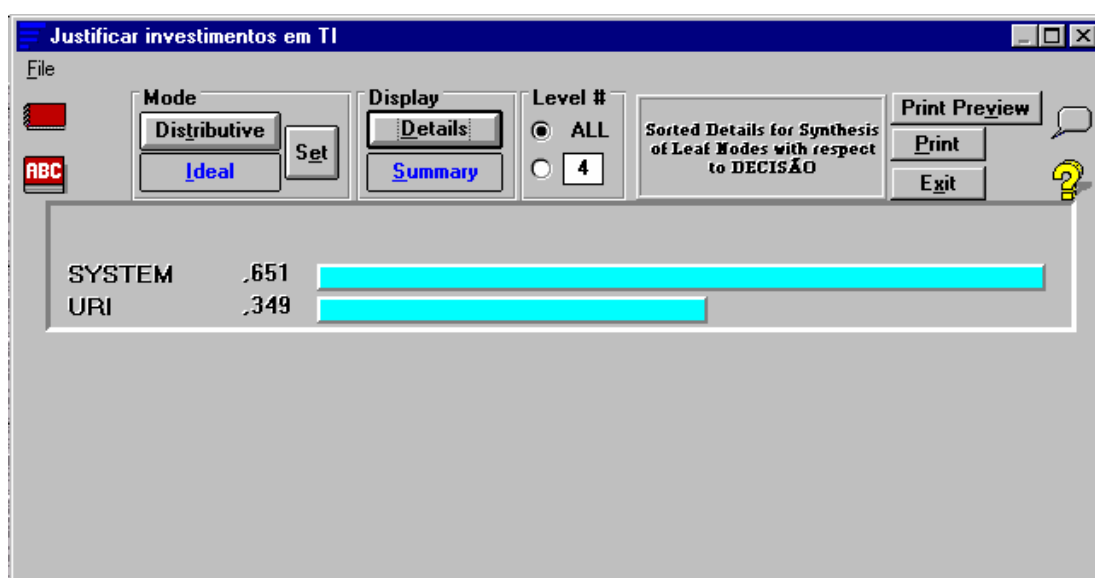
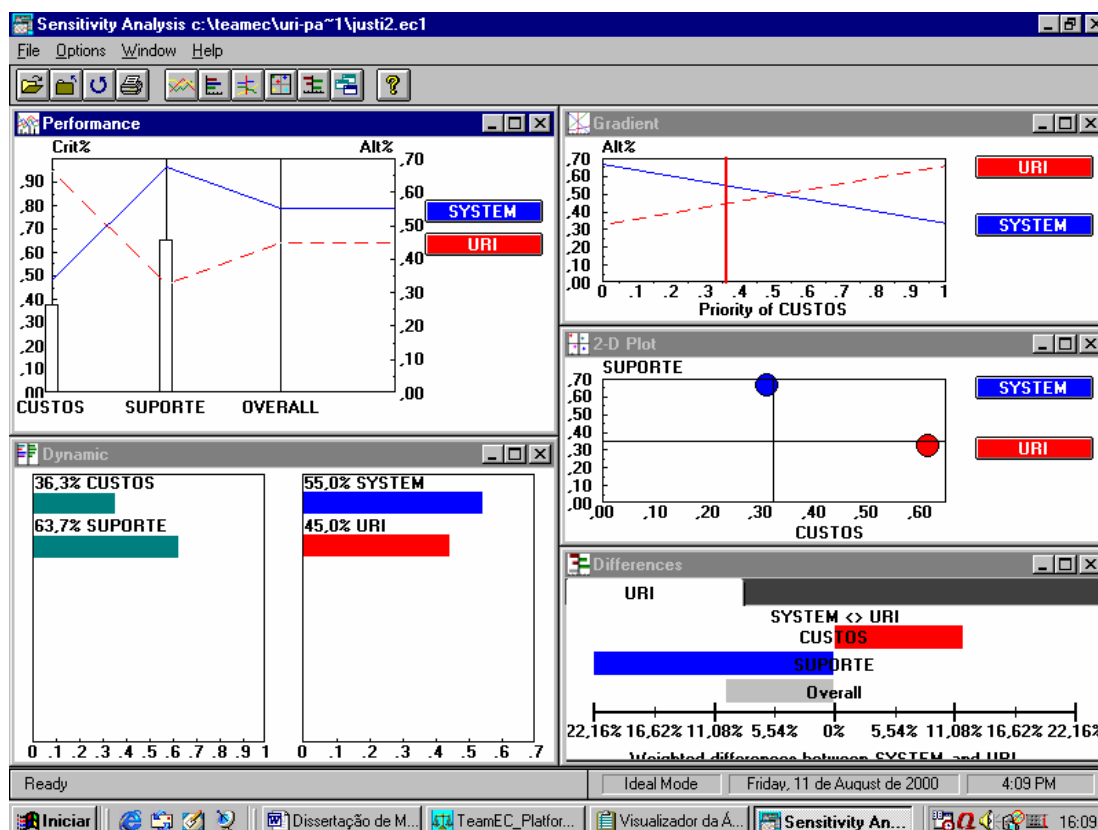


Figura 20 – Escores das alternativas do Problema 2

Passo 5: Avaliação global de cada alternativa: ao término do processo de votação, o *software* calcula o escore global obtido em cada alternativa. A Figura 20 apresenta os escores calculados para o System e URI.

Passo 6: Análise de sensibilidade: uma vez que o resultado global é conhecido, inicia-se o processo de análise de sensibilidade. As situações analisadas são

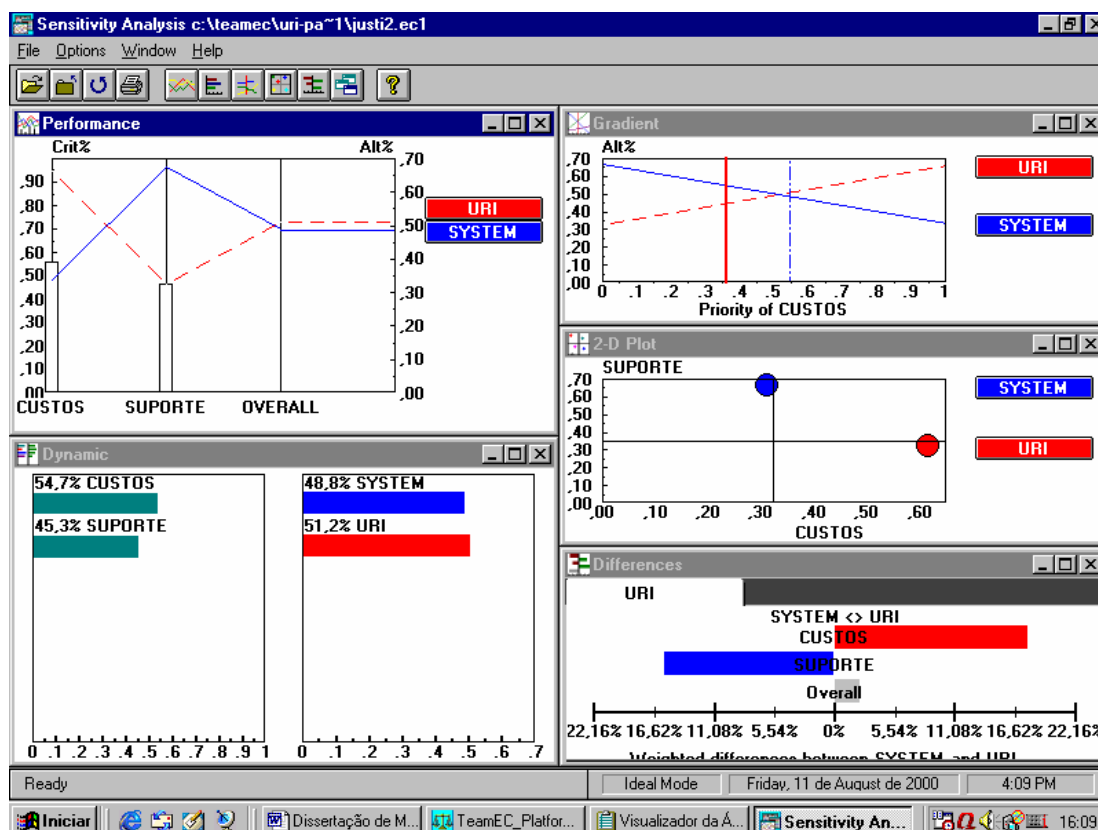
apresentadas na Tabela 5. A título de ilustração, as Figuras 20 e 21 apresentam visualmente este processo, no caso, para os critérios custo e suporte.



**Figura 21 – Análise de sensibilidade – Problema 2 (escores originais)**

Na Figura 21 é possível perceber que a importância/preferência do critério “custo” para as duas alternativas possui uma avaliação distinta. A alternativa URI apresenta um score mais favorável para esse critério, tendo, todavia, um score global inferior à System. Isto indica que, se houver variação no grau de preferência/importância desse critério para cima, os escores globais das duas alternativas irão se aproximar. Essa diferença entre as duas alternativas quanto a esse critério se deve ao fato de que o *software* URI é fornecido quase que sem custo

algum por um dos “campi” que compõe a universidade. Já o *software* System teria de ser adquirido, ficando cada “campi” responsável por seu ônus.



**Figura 22 – Análise de sensibilidade – Problema 2 (escores alterados)**

A Figura 22 apresenta visualmente a variação do escore do critério “custos”. Neste caso, um aumento de seu escore aproxima os escores globais das alternativas. Quanto ao critério “suporte”, seu escore é extremamente favorável à alternativa System. Uma vez que esta já é a alternativa que apresenta o escore global maior, variações do mesmo não alterariam o resultado.

Situação	Crítérios	Escore original	Escore alterado	Parecer
1	Custo	36.3%	54.7%	“... elevar o escore de suporte para 63.7% não representava uma situação real...”
	Suporte	63.7%	45.3%	
2	Integridade	33.3%	0.0%	“... isto não representa uma combinação real, pois os três critérios possuem a mesma preferência...”
	Segurança	33.3%	100.0%	
	Produtividade	33.3%	0.0%	
3	Aquisição	13.8%	0.0%	“... manutenção é o critério com maior importância dentre os quatro e propriedade o de menor importância...”
	Manutenção	55.2%	0.0%	
	Conversão	20.9%	0.0%	
	Propriedade	10.1%	100.0%	
4	<i>Trade-off</i>	7.6%	100.0%	“... reduzir os riscos funcionais, de suporte e de custos/prazos para estes índices configura uma situação irreal. <i>Trade-off</i> não representa mais do que os 7.6% estimados originalmente...”
	Funcional	26.4%	0.0%	
	Suporte	27.9%	0.0%	
	Mud. Tecnol.	8.8%	0.0%	
	Custos/Prazos	29.4%	0.0%	

**Tabela 5 – Síntese da análise de sensibilidade do caso URI – Problema 2**

Passo 7: Recomendações: uma vez concluída a análise de sensibilidade, foi possível identificar que o decisor possui uma visão clara do problema, bem como da importância/preferência junto a cada um dos critérios e alternativas. Percebe-se que apenas com variações muito grandes nos escores dos critérios temos modificações nos escores globais. A alternativa System é fortemente preferível à alternativa URI. Este resultado coincidiu com a opinião do decisor, que, na época, optou por substituir o *software* URI pelo System.

As questões de 7 a 13 do Anexo H referentes à Validação Conceitual (7 - 9), Lógica (10 - 12) e Experimental (13) demonstram que a avaliação do decisor foi positiva. A tabela, ao final desse mesmo anexo, expressa a análise global de cada tipo de validação. Nesses três aspectos, o decisor aferiu peso máximo, demonstrando que o modelo mapeia adequadamente a situação problema, através da sua estrutura hierárquica, conduzindo a soluções apropriadas. A disposição dos critérios também

foi julgada satisfatória no sentido de que representa adequadamente a situação em questão. Não foram identificados, a priori, critérios potenciais para serem acrescentados ao modelo. Apesar de não operar o *software* diretamente, o decisor considerou-o simples e de fácil operação, bem como adequado para a implementação do modelo. A validade operacional e de dados (questões 14 a 16 e questão 17, respectivamente, do Anexo H) recebeu grau de satisfação 4, o que foi considerada uma boa avaliação.

Ao término da análise de sensibilidade deste estudo, pode-se concluir que a opção pelo *software* System frente ao *software* URI está clara para o decisor. Não houve situações em que o decisor tenha se mostrado em dúvida ou que tenha manifestado a possibilidade de alterações significativas nas suas votações.

### **6.3.3. Validação através da aplicação do modelo a situações futuras – teste de campo**

O modelo foi submetido a dois testes de campo relativos a decisões de investimento em *software* e *hardware*, respectivamente. A primeira é uma decisão que está sendo estudada pela URI, empresa já descrita anteriormente. A segunda é uma decisão que está sendo estudada pelo Hospital de Caridade de Santo Ângelo (HCSA). Em ambas as situações, a decisão ainda não foi tomada, ou seja, são estudos sobre investimentos futuros em TI.

### 6.3.3.1.O caso URI – System x Sênior (*software*) – Problema 3

A terceira aplicação do modelo foi realizada na mesma instituição do estudo Problema 2, chamada aqui de Problema 3, no mesmo setor (contabilidade), e contou com o mesmo decisor, o Sr. Bernardo Both. Este estudo tinha três objetivos: (1) testar o modelo em situações reais de decisão; (2) identificar se o decisor, mais familiarizado com os critérios e com o *software*, conseguiria realizar a sua análise com maior rapidez; e (3) verificar se, após utilizar a ferramenta pela segunda vez, o decisor não alteraria as suas considerações a respeito da mesma. Uma vez que o decisor já conhece a ferramenta, sua metodologia e os critérios do modelo, passou-se imediatamente ao estudo. A descrição completa do estudo encontra-se no Anexo D. O questionário aplicado ao decisor é apresentado no Anexo F e as suas respostas estão no Anexo H. Este último contém as considerações do decisor sobre os dois estudos realizados (URI – passado e URI – futuro).

Passo 1: Definição das alternativas: esse problema de decisão diz respeito a um estudo de substituição do atual *software* contábil, System, por outro chamado neste estudo de Sênior. Após um estudo de produtos disponíveis no mercado, chegou-se a este *software* como uma alternativa.

Passo 2: Definição dos critérios: a hierarquia de critérios que compõem o modelo utilizado é apresentada na Figura 4. Nenhum critério foi eliminado ou julgado indiferente frente à decisão a ser tomada. O decisor mostrou interesse em analisar aspectos de estrutura em relação às estratégias organizacionais. O pesquisador esclareceu ao decisor que esta dimensão não está contemplada no



modelo. A validade conceitual, associada a este passo, foi avaliada pelo decisor com grau de satisfação 5.

Passo 3: Definindo a importância relativa dos critérios: o decisor procedeu a votação de suas preferências/importâncias. Uma visão parcial dos resultados desse processo é apresentada na Figura 23.

Passo 4: Pontuando as alternativas com respeito aos critérios: ao término da votação dos critérios, o decisor iniciou o processo de votação das alternativas com respeito aos critérios de último nível. O processo de votação é idêntico ao anterior, o decisor vota suas preferências/importâncias para as alternativas com relação aos critérios de último nível.

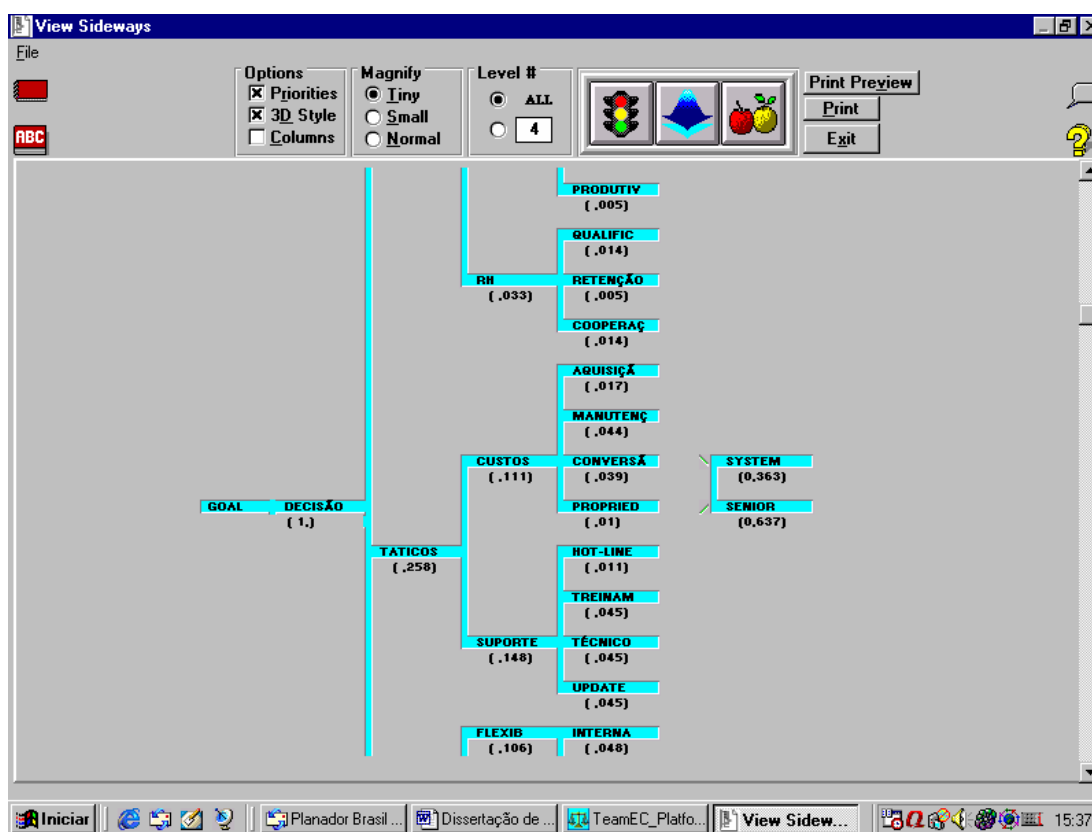
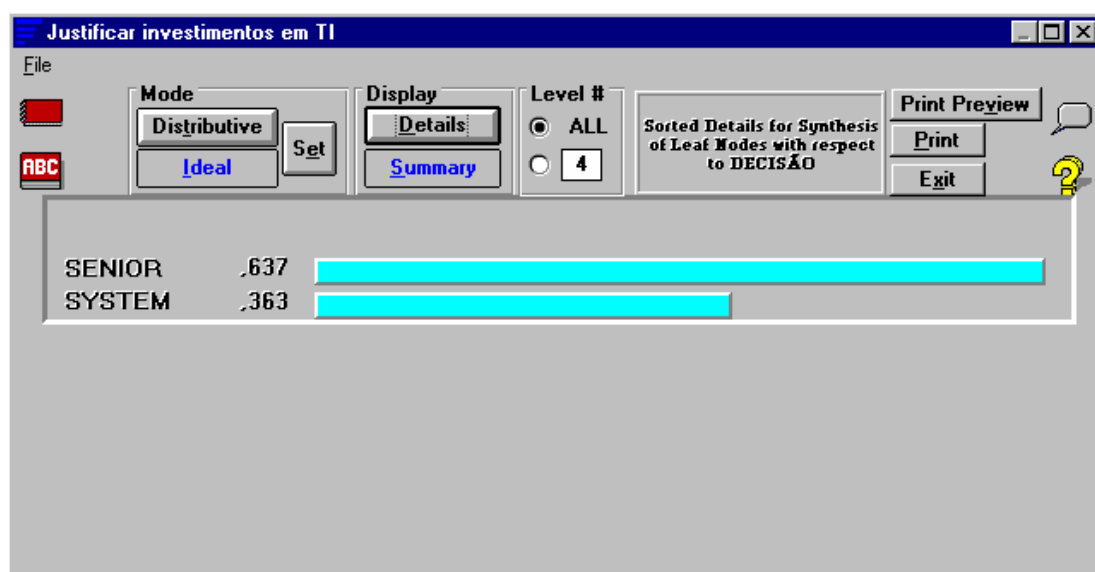


Figura 23 – Visão parcial dos escores associados aos critérios no caso URI - Problema 3

O *software* disponibiliza ao usuário a opção “*View Sideways*”, para que ele possa visualizar toda a hierarquia (Figura 23). A opção “*Level #*” permite a visualização parcial em termos de níveis hierárquicos. Neste caso, os quatro níveis estão sendo exibidos, e, através da barra de rolagem vertical, é possível visualizar todos os critérios de todos os níveis. No menu “*Options – Priorities*”, ativa-se a exibição dos escores de cada critério e das alternativas já votadas.



**Figura 24 – Escores das alternativas do Problema 3**

Passo 5: Avaliação global de cada alternativa: ao término do processo de votação, o *software* calcula o escore global obtido em cada alternativa. A Figura 24 apresenta os escores calculados para o System e Sênior.

Passo 6: Análise de sensibilidade: uma vez que o resultado global é conhecido, inicia-se o processo de análise de sensibilidade. As situações analisadas são apresentadas na Tabela 6. As Figuras 24 e 25 apresentam visualmente esse processo, para os critérios “custo” e “suporte”, a título de exemplificação.

Pode-se perceber na Figura 25 que o critério “suporte”, melhor pontuado pela alternativa Sênior, mesmo sofrendo grandes variações no seu escore, não causaria variações no escore global, uma vez que a alternativa Sênior também possui escore global superior à alternativa System. Novamente, como no Problema 2, variações no escore do critério “custos” pode levar a variações no escore global das alternativas.

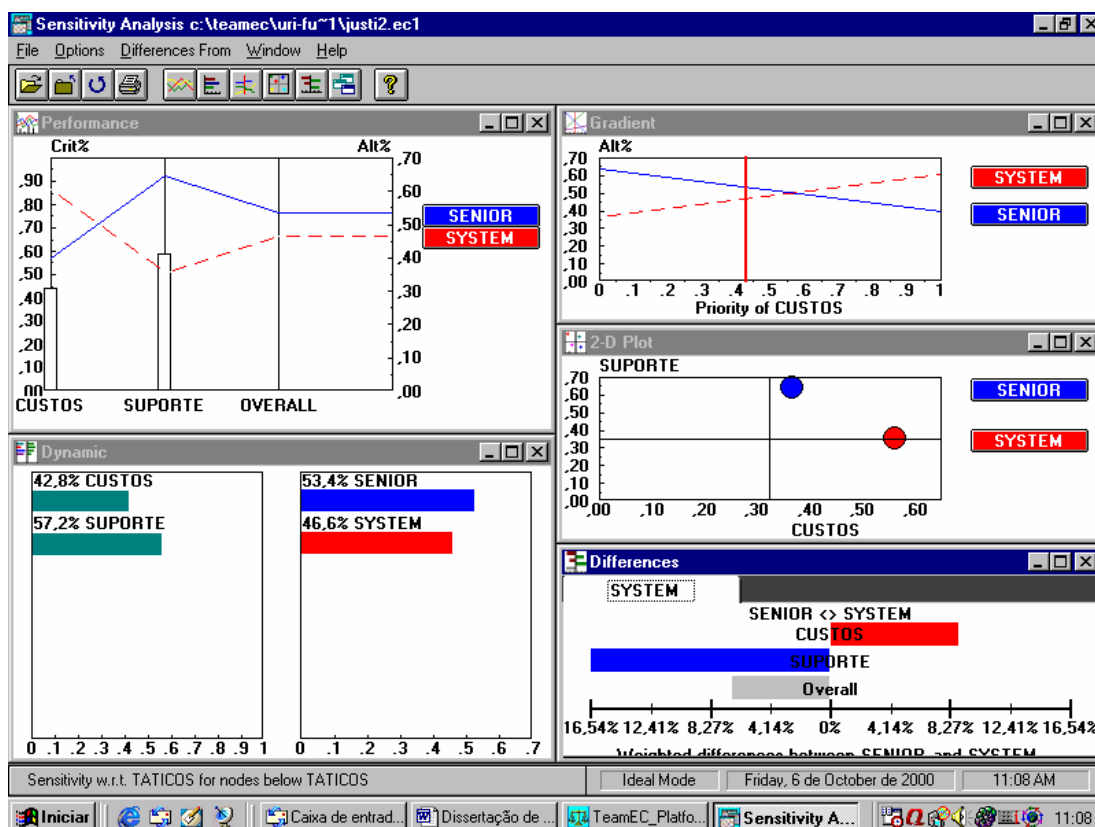
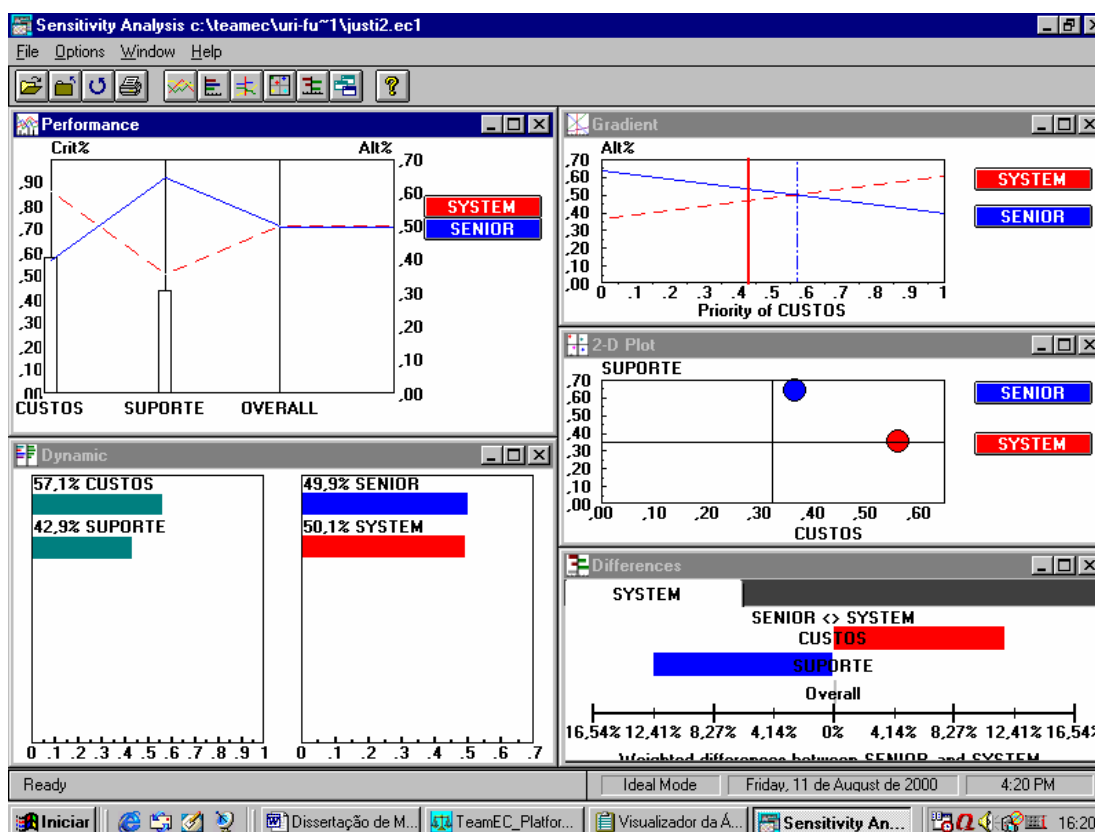


Figura 25 – Análise de sensibilidade – Problema 3 (escores originais)

A Figura 25 exibe na janela “Differences” que há uma vantagem em prol da alternativa Sênior, embora o critério “custos” dê vantagem para a alternativa System.



**Figura 26 – Análise de sensibilidade – Problema 3 (escores alterados)**

Variando o escore do critério “custos” de 42.8% para 57.1%, é possível identificar visualmente (Figura 26) que as alternativas Sênior e System passam a apresentar escores praticamente iguais.

As quatro situações mais representativas, sob o ponto de vista de sensibilidade, em relação à variação do escore global de cada uma das alternativas são apresentadas na Tabela 6. A exceção dos critérios “custo” e “suporte”, apenas com grandes variações dos escores dos critérios e alternativas é possível alterações no escore global. Conforme a coluna “Parecer” dessa tabela, percebe-se que o decisor está convicto de suas preferências/importâncias, menos no que diz respeito aos critérios “custo” e “suporte”.

Situação	Crítérios	Escore original	Escore alterado	Parecer
1	Custo	42.8%	57.1%	“... uma análise mais criteriosa deve ser realizada...”
	Suporte	57.2%	42.9%	
2	Comandos	44.4%	0.0%	“... conheço profundamente o sistema de <i>help</i> dos dois sistemas e as minhas preferências não mudariam...”
	<i>Help</i>	11.1%	100.0%	
	Manuais	44.4%	0.0%	
3	Aquisição	15.6%	0.0%	“... não mudaria a minha votação original, pois não creio no descarte total dos critérios manutenção e conversão...”
	Manutenção	39.4%	0.0%	
	Conversão	35.7%	0.0%	
	Propriedade	9.4%	100.0%	
4	<i>Trade-off</i>	18.8%	0.0%	“... sou contrário a idéia de eliminação dos critérios <i>trade-off</i> , funcional, suporte e mudança tecnológica, pois esses critérios são muito importantes neste contexto de decisão ...”
	Funcional	13.6%	0.0%	
	Suporte	22.6%	0.0%	
	Mud. Tecnol.	32.0%	0.0%	
	Cust/Prazos	13.0%	100.0%	

**Tabela 6 – Síntese da análise de sensibilidade do caso URI – Problema 3**

Passo 7: Recomendações: concluída a análise de sensibilidade, pode-se dizer que o *software* Sênior tem uma vantagem frente à segunda alternativa (System). Variações nos escores dos critérios mostraram que a opção por este produto é, sob quase todos os aspectos, a mais indicada. Porém, recomenda-se ao decisor rever suas preferências no que diz respeito aos aspectos “táticos”, “custo” e “suporte”, tendo em vista que uma pequena variação nos seus escores afetará a decisão de forma significativa e considerando suas declarações de não dispor de informações suficientes para avaliar tais critérios.

As conclusões e considerações deste decisor com respeito à validade conceitual, lógica, experimental, operacional e dos dados já foram apresentadas no estudo anterior (URI – Passado). Quanto ao tempo necessário para a realização de uma análise de decisão, pode-se concluir que este é significativamente reduzido com a familiarização do decisor em relação à ferramenta. Conforme mencionado no Anexo D, o tempo gasto para a votação dos critérios foi de uma hora, para o segundo

caso (URI – Futuro), e conforme mencionado no Anexo C, o tempo de votação no primeiro caso (URI – Passado) foi de uma hora e quinze minutos, uma redução de 20% no tempo total de votação. No que diz respeito à análise de sensibilidade, tanto na primeira situação de decisão como na segunda, foram necessárias duas horas para concluir a tarefa. O tempo necessário para a realização da análise de sensibilidade depende da sensibilidade dos escores das alternativas e dos critérios. Situações de decisão em que os escores dos critérios e das alternativas são semelhantes tendem a consumir mais tempo de análise. O segundo caso estudado apresenta uma sensibilidade maior que o primeiro, levando o decisor a uma análise mais aprofundada de suas preferências/importâncias.

Outra conclusão importante neste estudo é que o decisor, estando mais familiarizado com o modelo e com a ferramenta (modelo implementado no *software*), questiona mais em relação aos critérios oferecidos para a análise de decisão. Neste estudo, ele identificou a necessidade de acrescentar variáveis de estrutura (tipo de administração, estrutura organizacional,...) no modelo multicriterial.

#### **6.3.3.2.O caso HCSA HP x DELL x Compaq (*hardware*) – Problema 4**

O quarto estudo (denominado Problema 4) foi realizado no Hospital de Caridade de Santo Ângelo – HCSA, situado à Rua Antônio Manoel, 701, em Santo Ângelo – RS. Este é um hospital geral, filantrópico, onde são realizados em média

dois projetos em TI por ano, com valores somados de aproximadamente R\$ 20.000,00.

A descrição completa deste estudo encontra-se no Anexo E. O questionário aplicado ao decisor é apresentado no Anexo F, e a avaliação do decisor quanto à validação do modelo é apresentada no Anexo I.

Passo 1: Definição das alternativas: a justificativa de investimentos em TI, neste caso, está relacionada com o *upgrade* do servidor de rede e com o aumento do número de estações de trabalho. Muitas reclamações têm sido feitas por parte dos usuários e dos próprios administradores em relação ao desempenho e à disponibilidade dos equipamentos atuais. Com a obtenção de uma verba pública, a tão almejada atualização poderá ser realizada, sendo esta uma decisão que ainda não foi tomada. A decisão, então, diz respeito à escolha entre alguns fornecedores de computadores. Uma análise prévia levou o decisor a considerar três fornecedores: DELL, HP e Compaq.

Passo 2: Definição dos critérios: a estrutura hierárquica de critérios utilizada no estudo é apresentada na Figura 4. Nenhum critério foi excluído do modelo, embora, quando da votação das importâncias/preferências dos critérios de último nível com as alternativas, vários deles mostraram-se indiferentes (“risco” – “*trade-off*”, “mudança tecnológica” e “custos-prazos”; “transformação do negócio” – “alinhamento da TI com a estratégia organizacional”, “melhoria da imagem organizacional” e “melhoria do posicionamento estratégico”; “flexibilidade” – “externa”; “amigabilidade” – “comandos”, “*help*” e “manuais”; “modelagem” – “funções” e “estrutura”; e “RH” –

“qualificação”, “retenção” e “cooperação”). A validade conceitual, associada a este passo, foi avaliada pelo decisor com grau de satisfação 4.

Passo 3: Definindo a importância relativa dos critérios: o decisor procedeu a votação de suas preferências/importâncias. Uma visão parcial dos resultados desse processo é apresentada na Figura 27.

Passo 4: Pontuando as alternativas com respeito aos critérios: ao término da votação dos critérios, o decisor iniciou o processo de votação das alternativas com respeito aos critérios de último nível. O processo de votação é idêntico ao anterior, cujo decisor vota suas preferências/importâncias das alternativas com relação aos critérios de último nível.

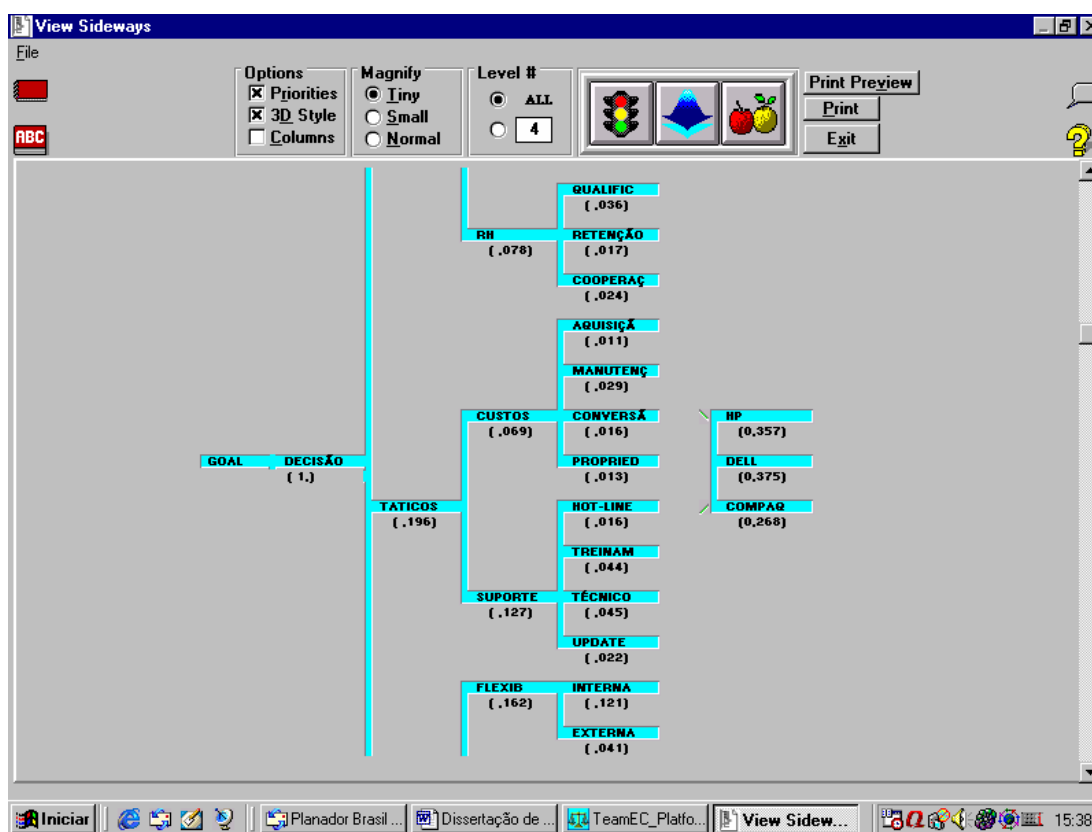


Figura 27 – Visão parcial dos escores associados aos critérios no caso HCSA - Problema 4

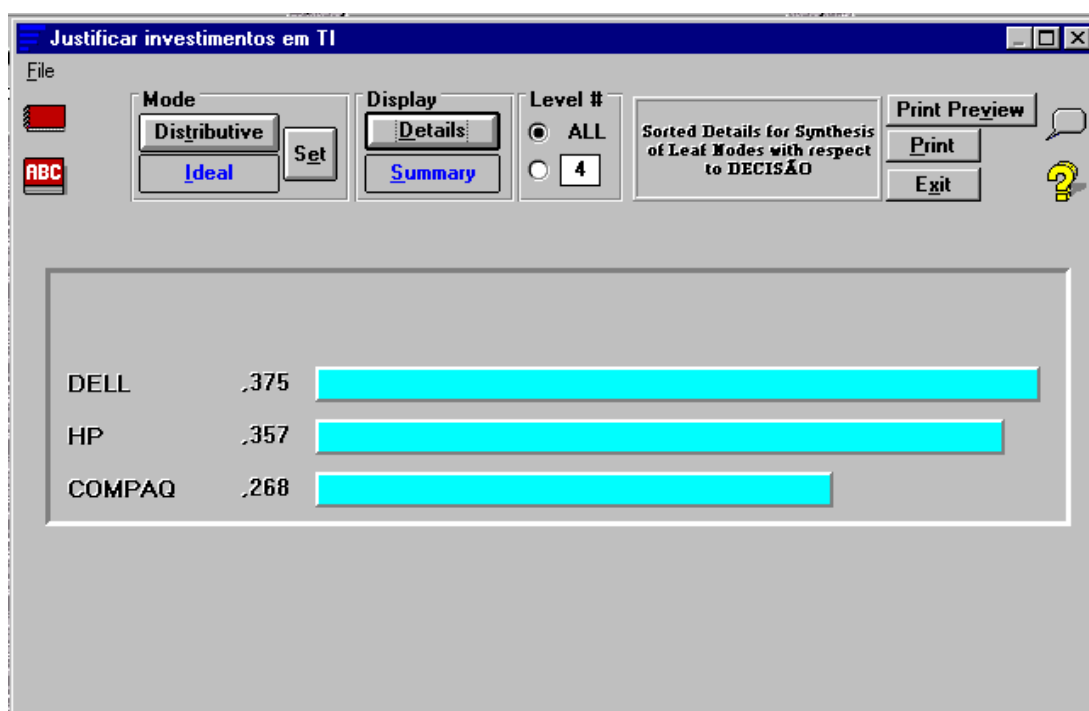


Passo 5: Avaliação global de cada alternativa: ao término do processo de votação, o *software* calcula o escore global obtido em cada alternativa. A Figura 28 apresenta os escores calculados para as alternativas DELL, HP e Compaq.

Passo 6: Análise de sensibilidade: uma vez que o resultado global é conhecido, inicia-se o processo de análise de sensibilidade. As situações analisadas são apresentadas na Tabela 7.

Situação	Crítérios	Escore original	Escore alterado	Parecer
1	Operacionais	34.9%	98.8%	“... o investimento está baseado fortemente em questões estratégicas, não podemos desconsiderá-la...”
	Táticos	19.6%	1.2%	
	Estratégicos	45.5%	0.0%	
2	Amigabilidade	13.6%	100.0%	“... os fornecedores DELL e HP possuem características muito semelhantes, fazendo com que não haja diferenças entre eles neste nível...”
	Modelagem	32.5%	0.0%	
	Performance	31.6%	0.0%	
	RH	22.2%	0.0%	
3	Custo	35.3%	36.3%	“... esta é uma situação delicada de decisão...”
	Suporte	64.7%	63.7%	
4	Flexibilidade	35.6%	10.5%	“... o escore de risco (original) é coerente, frente aos demais critérios. Não deve ter valores maiores que 50.0%...”
	Risco	17.5%	75.7%	
	Transformação	46.9%	13.8%	
5	Aquisição	16.3%	22.5%	“... a variação do escore do critério aquisição é uma possibilidade real. Este critério pode sofrer variação significativa, aproximando as alternativas...”
	Manutenção	42.0%	38.9%	
	Conversão	23.6%	21.9%	
	Propriedade	18.1%	16.8%	
6	Hot-line	12.7%	9.3%	“... esta também representa uma variação possível, e não possuo em mãos informações suficientes para ponderar mais precisamente sobre estes critérios...”
	Treinamento	34.9%	52.4%	
	Técnico	35.4%	25.9%	
	Update	17.0%	12.5%	
7	Int. Interna	74.6%	0.0%	“... não configura uma situação real, pois estamos visando a integração interna...”
	Int. Externa	25.4%	100.0%	
8	Trade-off	15.3%	100.0%	“... suporte é o critério mais importante deste nível, supervalorizar <i>trade-off</i> , mudanças tecnológicas ou custos/prazos não configura uma situação esperada...”
	Funcional	22.5%	0.0%	
	Suporte	28.0%	0.0%	
	Mud. Tecnol.	17.2%	0.0%	
	Custos/prazos	17.0%	0.0%	
9	Melh. Cons.	22.3%	0.0%	“... alinhamento da TI com a estrat. do negócio, melhoria da imagem organizacional e melhoria do posicionamento estratégico não são os mais importantes neste nível...”
	Alinh. TI	14.4%	100.0%	
	Melh. Imagem	15.3%	0.0%	
	Mel. Pos. Est.	15.7%	0.0%	
	Mel. Ef. Int.	32.3%	0.0%	

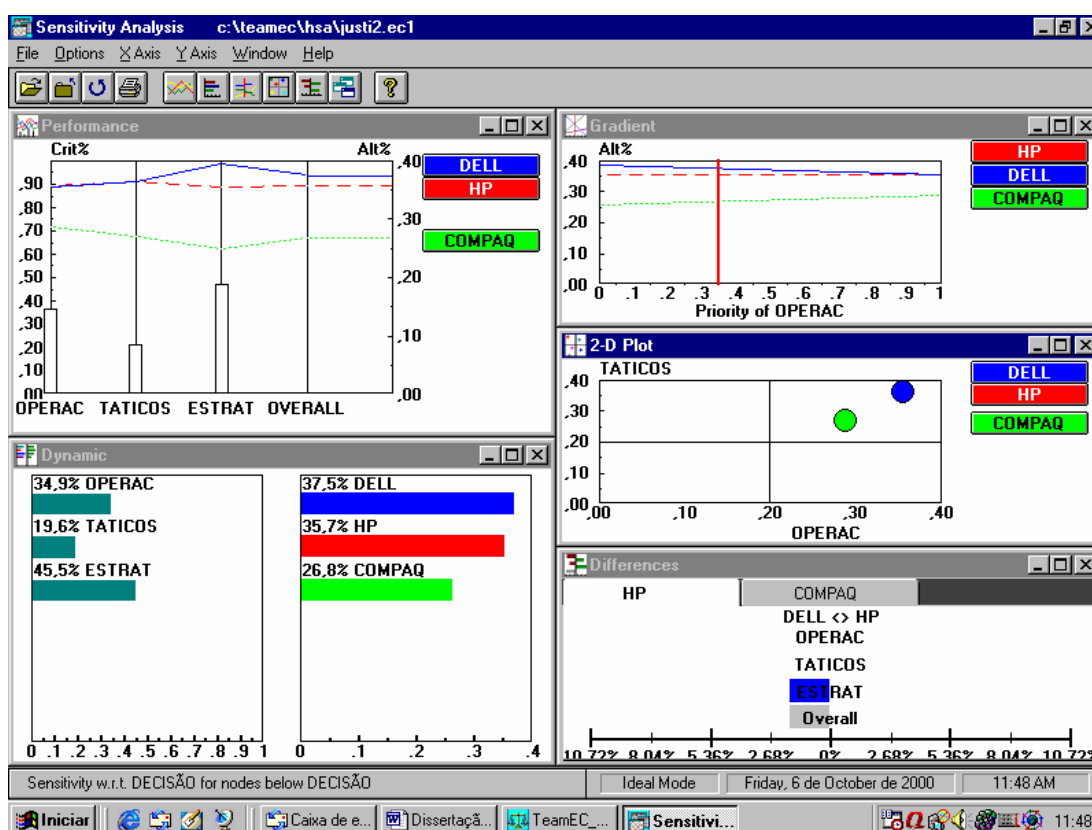
**Tabela 7 – Síntese da análise de sensibilidade do caso HCSA – Problema 4**



**Figura 28 – Escores das alternativas do Problema 4**

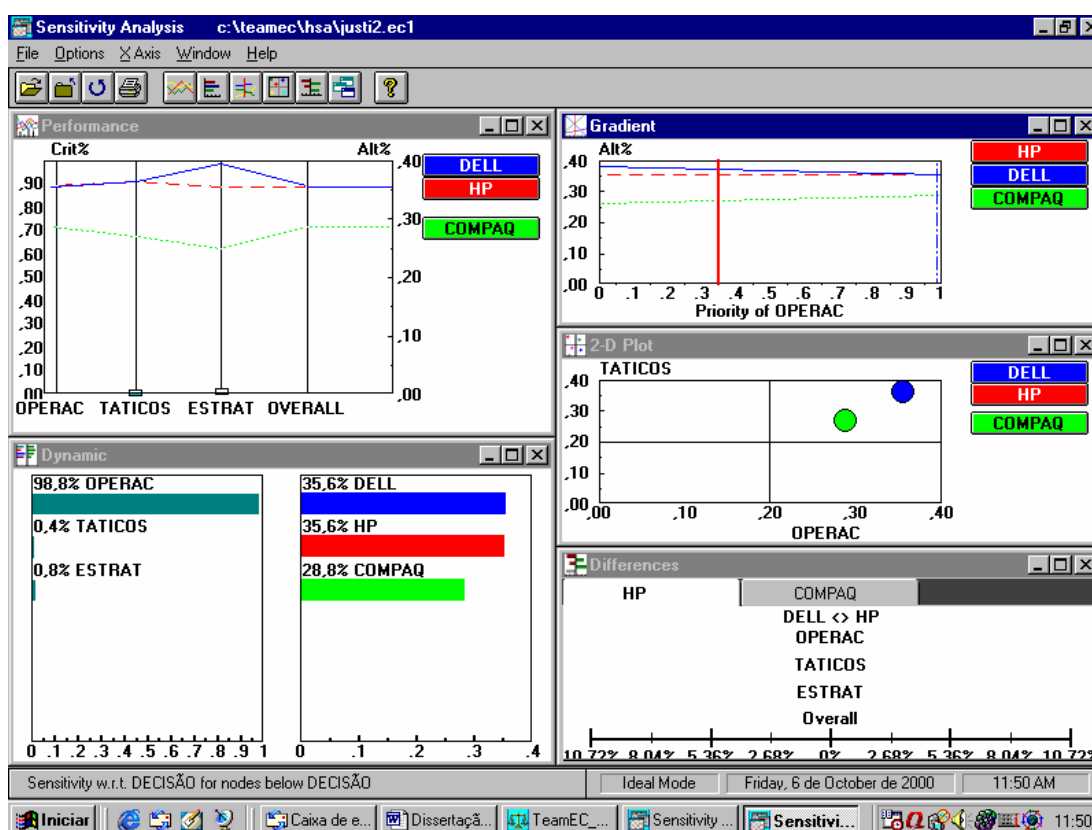
As Figuras 28 e 29 apresentam visualmente este processo para os critérios “aspectos operacionais”, “aspectos táticos” e “aspectos estratégicos”.

Os escores globais das alternativas foram mostrados ao decisor, bem como uma explicação de seu significado (“*Ideal*”, “*Distributive*”, “*Summary*” e “*Details*”). Tendo em vista que critérios não foram acrescentados nem removidos do modelo, o modo distributivo não oferece informações importantes que possam alterar os resultados obtidos pela votação no “modo ideal”. Considerações sobre os modos distributivo e ideal são apresentadas na seção 5.2.2. “*Summary*” é o modo apresentado na Figura 28, onde apenas os escores globais das alternativas são exibidos. No modo “*Details*” são exibidos os escores de todos os critérios de todos os níveis num formato de planilha eletrônica.



**Figura 29 – Análise de sensibilidade – Problema 4 (escores originais)**

A janela “2-D Plot” da Figura 29 apresenta quatro quadrantes. As alternativas que se encontram no quadrante superior direito são as mais favoráveis. Dentro deste quadrante, as que se encontram mais próximas do canto superior direito são as mais favoráveis. Inversamente, as alternativas que se encontram no quadrante inferior esquerdo são as menos favoráveis. Dentro deste quadrante, as que se encontram mais próximas do canto inferior esquerdo são as menos favoráveis. A alternativa HP não aparece neste gráfico, pois está superposta à alternativa DELL, dada a sua similaridade de escores.



**Figura 30 – Análise de sensibilidade – Problema 4 (escores alterados)**

A janela “Gradient” da Figura 30 mostra graficamente que, se elevarmos o escore do critério operacional para próximo de 100.0% (linha azul tracejada vertical, próxima ao canto direito da figura, com valor 1), haverá uma aproximação das alternativas DELL e HP próximas do valor 0.35 (35%). Isto é visível através da linha vermelha vertical situada entre os valores 0.3 e 0.4.

Passo 7: Recomendações: concluída a análise de sensibilidade, foram realizadas algumas avaliações sobre os resultados do estudo. As características das alternativas no que diz respeito aos critérios “amigabilidade”, “modelagem”, “performance” e “RH” mostraram-se desconhecidas ao decisor, o qual admitiu a necessidade de explorar melhor tais características frente a esses critérios. Os

critérios “custo” e “suporte” mostraram-se críticos nessa decisão. Variações mínimas em seus escores causam modificações significativas nos escores globais das alternativas DELL e HP. Neste sentido, o decisor mostrou-se particularmente preocupado, tendo em vista que o custo de cada produto pode sofrer variações desconhecidas para ele, fazendo com que a alternativa a ser escolhida seja uma incógnita até o momento em que esse critério receba um escore oficial. *‘Hot-line’*, “treinamento”, “técnico” e *‘update’* são critérios sobre os quais o decisor não possui informações suficientes para avaliar, com rigor, as alternativas. Segundo ele, as variações apresentadas na análise de sensibilidade são possíveis e causariam dúvidas quanto à alternativa a ser escolhida (entre as opções DELL e HP).

O decisor concluiu que o critério “custo” é o mais importante nessa decisão, e manifestou-se no sentido de querer negociar seus valores com os fornecedores. Possivelmente, o fornecedor que entregar o produto por um preço mais em conta deve ser o escolhido. Os demais critérios avaliados nesse passo servirão como desempate, caso o critério “custo” não tenha uma alternativa melhor posicionada que a outra.

Uma vez que as recomendações foram expostas, o decisor procedeu à avaliação do modelo. Suas considerações são apresentadas no Anexo I. A avaliação no que diz respeito à validade conceitual, operacional e de dados foi 4. A análise relativa à validade experimental e lógica foi 5, valores considerados muito bons para o objetivo do estudo.

Um aproveitamento melhor da ferramenta depende do conhecimento que o decisor tem da importância dos critérios e das características das alternativas. Segundo o decisor, para que o processo de decisão tenha êxito, ele deve estar bem informado sobre como as alternativas se apresentam frente a cada critério: “(...) a pessoa teria que ter realmente conhecimento de que tipo de investimento se quer fazer, para que a ferramenta realmente possa dar suporte à decisão de forma plena e eficaz”. Ainda, segundo ele, “o respondente tem que ter realmente conhecimento sobre o investimento e suas repercussões na empresa, nos níveis “operacional”, “tático” e “estratégico”. Tem que conhecer efetivamente as opções que o mercado está oferecendo para o tipo de investimento que se está pretendendo fazer”.

#### **6.4. Análise global do processo de validação**

Com base nas observações dos decisores (Anexos G, H e I – respostas à Tabela 9 de cada anexo), nos quatro estudos realizados, sendo eles Problema 1 (COMIL), Problema 2 (URI Passado), Problema 3 (URI Futuro) e Problema 4 (HCSA), pode-se concluir que o modelo mostrou-se adequado quanto à:

- √ Validade conceitual, com um escore médio de 4.66, numa escala de 5 pontos. Significa que o modelo detecta adequadamente a situação problema, levando em conta os elementos e relacionamentos julgados pertinentes por aqueles que vivenciam a situação problema, bem como em conformidade com as ferramentas que estão disponíveis para o uso;

- √ Validade lógica, com escore médio 5, numa escala de 5 pontos. Isto significa que o modelo formal descreve correta e precisamente a situação problema como definida no modelo conceitual;
- √ Validade experimental, com escore médio 5, numa escala de 5 pontos. Quer dizer que a eficiência e a qualidade do mecanismo de solução são apropriadas;
- √ Validade operacional, com escore médio 4.33, numa escala de 5 pontos. A qualidade e a aplicabilidade das soluções, bem como as recomendações com respeito às expectativas do usuário e do uso do modelo formal em relação à situação problema, foram consideradas adequadas;
- √ Validade de dados, com escore médio 4.33, numa escala de 5 pontos. Isto indica que os decisores julgaram adequada a suficiência, a precisão e o grau em que o dado é apropriado ao uso, bem como a disponibilidade destes dentro de custos aceitáveis.

A média geral obtida pelo modelo nesses processos de validação foi de 4.66, numa escala de 5 pontos, o que é considerado extremamente satisfatório.

## 7. CONCLUSÕES

A justificativa de investimentos é uma das primeiras etapas de um processo de adoção de novas tecnologias. Isto dá a esta atividade grande importância, uma vez que conclusões e recomendações extraídas daqui podem determinar a continuidade ou o abandono de um projeto.

Dado o grande número de benefícios intangíveis associados à TI, o processo de justificativa tende a ser complexo e, por esta razão, muitas vezes negligenciado pelos gerentes. Com facilidade, um grande número de critérios associado à TI pode ser identificado na literatura, indo muito além dos aspectos puramente financeiros. Considerá-los em conjunto dá uma visão mais realista das verdadeiras implicações associadas ao processo de justificativa. O modelo de análise multicriterial mostra-se adequado a este tipo de atividade, uma vez que pode contemplar os mais variados critérios (inclusive os financeiros) simultaneamente, em um contexto de decisão. O decisor mostra-se mais à vontade quando pode modelar um problema utilizando uma ferramenta que estrutura as suas preferências em conjunto e analisa o grau de confiança destas.



Devido ao grau de complexidade de cálculos, bem como do volume de dados a serem manipulados, a implementação do modelo em computador torna-se imperativa. Nesse sentido, o *software* Expert Choice® mostrou ser uma ferramenta adequada, atendendo às expectativas da pesquisa. Porém, restrições, tais como *rank reversal* e normalização do resultado no modo de síntese ideal, apresentadas na seção 5.2.2, devem ser observadas, uma vez que o mau uso da ferramenta pode conduzir a conclusões erradas.

A proposição de um modelo genérico para investimentos em TI, conforme o que foi apresentado nesta pesquisa, tem a vantagem de reduzir os custos com a obtenção de dados (critérios para o modelo), oferecer critérios avaliados por especialistas em TI e reduzir o tempo dispensado ao processo de decisão (uma vez que o modelo já está pronto). A declaração do decisor no Problema 2 e no Problema 3, de que “o tempo dispensado ao uso do *software* na decisão é o mesmo tempo que levaria para tomar a mesma decisão, sem o auxílio de uma ferramenta”, expressa essa aprovação. Ainda segundo o mesmo decisor, “a solução acompanhada de uma ferramenta de auxílio, como a apresentada na pesquisa, ajuda a avaliar individualidades sob as quais temos apenas uma visão geral, não estruturada” (Questão 13 do Anexo H). Pode-se acrescentar ainda neste item, conforme observado no estudo Problema 1, que esta justificativa tem um potencial maior se os valores dos *softwares* estudados forem ainda maiores (Questão 16 do Anexo G). Por outro lado, uma estrutura hierárquica genérica tende a negligenciar aspectos específicos de cada processo de decisão, não sendo perfeitamente adequada a todos os estudos (Questão 18 do Anexo H).

O modelo, por ser extenso, não deve ser aplicado em decisões simples. No estudo Problema 1, o decisor mostrou-se aborrecido pela morosidade do processo de votação (Questão 15 do Anexo G), embora satisfeito com o resultado da análise. Porém, uma vez que o decisor está familiarizado com o uso da ferramenta (*software* + modelo), o processo se dá de forma mais rápida, reduzindo o “*stress*” da votação e a análise de sensibilidade. Percebe-se que, com o uso repetido do instrumento, o decisor adquire uma visão mais crítica do modelo, como o relatado na Questão 18 do Anexo H, cujo decisor questiona a falta de um critério para estrutura.

Embora alguns benefícios tenham sido identificados, não se deve esquecer que o modelo é uma importante ferramenta de **apoio** e deve ser utilizada como subsídio num contexto maior de decisão (Questão 15 do Anexo H).

### **7.1. Limites da pesquisa**

O modelo mostrou ser uma ferramenta representativa, utilizável e com custos acessíveis de auxílio ao processo de justificativa de investimentos em TI. Destaca-se que tais considerações devem observar o ambiente do decisor, uma vez que este pode impor sérias restrições de representatividade, de utilidade, de usabilidade e de custos, não sendo, portanto, aplicáveis com o mesmo sucesso a todas as situações de investimentos em TI. Quanto maior o investimento a ser realizado e quanto maior for a semelhança entre as alternativas, mais fácil será a justificativa de uso do modelo nos termos acima citados.

É recomendável a utilização do modelo como uma ferramenta de auxílio para mapear as preferências dos TD, a fim de que estes possam refinar as suas posições, frente a critérios que dêem conta dos aspectos mais importantes do processo de investimentos em TI. Neste sentido, a análise de sensibilidade disponibilizada pelo *software* de implementação do modelo é um instrumento poderoso de análise sobre o quão seguro o decisor está frente a cada critério. As recomendações extraídas desta análise tendem a ser parte fundamental do processo de justificativa de investimentos em TI.

A aplicação do método Delphi na etapa de criação e estruturação do modelo (identificação e posicionamento dos critérios na hierarquia) pode trazer melhores resultados que os obtidos, tendo em vista que alguns dos participantes não tiveram contato direto com o pesquisador.

Por restrições financeiras e de tempo, não foi possível, para esta pesquisa, um processo de validação do modelo mais aprofundado, utilizando técnicas quantitativas de validação.

## **7.2. Pesquisas futuras**

Ao término desta pesquisa, abre-se a perspectiva de que novos estudos sejam realizados e de que venham a melhorar os resultados obtidos. Sugere-se alguns:

√ Realizar uma validação quantitativa do modelo com aplicação deste em decisões reais, a fim de melhorar a sua generalidade;

√ Aplicar o modelo a outros casos de decisão, especialmente em decisões sobre *hardware*, a fim de identificar se a constatação do decisor no caso HCSA procede. Nesse estudo, o decisor identificou certa tendência dos critérios para decisões relativas a *software*;

√ Realizar estudos nos quais sejam aplicados modelos separados para critérios de custos e benefícios, verificando qual das situações apresenta um melhor desempenho global (uso de um único modelo ou modelos separados);

√ Em virtude das críticas abundantes na literatura ao método AHP, a realização de estudos de caso que apliquem o método AHP e cruzem os resultados obtidos com outros métodos de análise multicriterial, tal como o MAVF pode apresentar conclusões que melhorem a compreensão quanto à confiabilidade de seus resultados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGGARWAL, R. Justifying Investments in Flexible Manufacturing Technology: Adding Strategic Analysis to Capital Budgeting Under Uncertainty. *Managerial Finance*, v. 17, n. 2-3, p.77-88, 1991.
- ALTER, S. *Information Systems: A Management Perspective*. Menlo Park CA: Benjamin e Cummings, 2<sup>a</sup> ed., 1996.
- ANDRADE, E. L. *Introdução à pesquisa operacional. Métodos e modelos para a análise de decisão*. 2.ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1990.
- ASHFORD, R. W., DYSON, R. G., HODGES, S. D. The Capital-Investment Appraisal of New Technology: Problems, Misconceptions and Research Directions. *Journal of Operational Research Society*, v. 39, n. 7, p. 637-642, 1988.
- AWAD, E. M. Management Information System - Concepts, Structure and Applications. *Benjamin/Cummings*, 1988.
- BARNHART, D. Decision analysis software helps Boeing select supercomputer. *OR/MS Today*, April, 1993.

- BARROS, F. A *TI vista de fora*. [on line] Disponível na Internet. URL: [http://www.computerworld.com.br/templ\\_textos/materias.asp?id=1467](http://www.computerworld.com.br/templ_textos/materias.asp?id=1467). 31. Ago. 2000.
- BELTON, V. A comparison of the analytic hierarchy process and a simple multi-attribute value function. *European Journal of Operational Research*, v. 26, p. 7-21, 1986.
- \_\_\_\_\_, HODGKIN, J. Facilitators, decision makers, D. I. Y. Users: Is intelligent multicriteria decision support for all feasible or desirable? *European Journal of Operational Research*, v. 113, p. 247-260, 1999.
- BORENSTEIN, D. A Visual Interactive Multicriteria Decision Analysis Model for FMS Design. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, v. 14, p. 848-857, 1998.
- \_\_\_\_\_. Towards a practical method to validate decision support systems. *The International Journal Decision Support Systems*, v.23, p.227-239, 1998.
- \_\_\_\_\_, BECKER, J.L. *Validating Decision Support Systems*. In: Kent, A. and Williams, J.G. (Eds.), *Encyclopedia of Microcomputers*, Marcel Dekker, New York (no prelo).
- BROADEN, R. J., DALE, B. Justification of Computer-Integrated Manufacturing: Some Insights Into the Practice. *IEEE Transactions on Engineering Management*, v. 37, n.4, Nov. 1990.
- BRYNJOLFSSON, E. Paradox lost? *CIO*, v. 7, p. 26-28, May 1, 1994.
- \_\_\_\_\_, HITT, L. Paradox Lost? Firm-level Evidence on the Returns to Information Systems Spending. *Management Science*, v. 42, n.4, p. 541 – 558, April 1996.

- CANADA, J. R., SULLIVAN, W. G. *Economic and Multiattribute Evaluation of Advanced Manufacturing Systems*. New Jersey: Prentice-Hall, 1989.
- CLEMONS, E. K. Evaluation of strategic investments in information technology. *Communications of ACM*, v. 34, p. 24-36, 1991.
- CUSTÓDIO, I. Avaliação de Sistemas de Informação: um modelo para auxiliar na escolha de métodos e técnicas. *Revista de Administração*, v. 18(4), p. 6-17, Out/Dez. 1983.
- ENSSLIN, L., SOUZA, E. A. de S., FILHO, A. S., FERREIRA, M. V. O uso estratégico da tecnologia da informação. *XX ENANPAD*, 1996.
- FALKNER, C. H., BENHAJLA, S. Multi-attribute decision models in the justification of CIM systems. *The Engineering Economist*, v. 35(2), p. 91-113, Winter 1990.
- FINAN, J. S., HURLEY, W. J. Transitive calibration of the AHP verbal scale. *European Journal of Operational Research*, v. 112, p. 367-372, 1999.
- FLOOD, R. L., CARSON, E. R. *Dealing with complexity: an introduction to the theory and application of systems science*. New York: Plenum Press, 1988.
- FORD, J.C. Evaluating investment in IT. *Journal of Australian Accountant*, v. 64, p. 23-28, Dec. 1994.
- FORMAN, E. H. *Decision by Objectives (How to convince others that you're right)*. Pittsburgh, 1996. CD-ROM.
- FREITAS, H. M. R., BECKER, J. L., KLADIS, C. M., HOPPEN, N. *Informação e decisão: sistemas de apoio e seu impacto*. Porto Alegre: Ortiz, 1997.
- FURLAN, J. D. *Como Elaborar e Implementar o Planejamento Estratégico de Sistemas de Informação*. Makron Books/McGraw-Hill, 1991.

- GRANTHAM, L. Justifying office automation: Benefits and problems. *Industrial Management & Data Systems*, v. 95, p. 10-13, 1995.
- HINTON, M., KAYE, R. Investing in information technology: A lottery? *Management Accounting* – London, v. 74, p. 52, Nov 1996.
- HOLDER, R. D. Some Comments on the Analytic Hierarchy Process. *Journal of Operational Research Society*, v. 41, n.11, p. 1073-1076, 1990.
- HUNDY, B. B., HAMBLIN, D. J. Risk and assessment of investment in new technology. *International Journal of Production Research*, v. 26, n. 11, p. 1799-1810, 1988.
- JACKSON, B., UPTON, D. Justifying the EIS investment. *Chartered Accountants Journal of New Zealand*, v. 73, p. 36-39, Dec. 1994.
- KAKATI, M., DHAR, U. R. Investment Justification in Flexible Manufacturing Systems. *Engineering Costs and Production Economics*, v. 21, p. 203-9, 1991.
- KEENEY, R. L., RAIFFA, H. *Decisions with multiple objectives: preferences and value trade-offs*. New York: Wiley, 1976.
- LAI, V. S., TRUEBLOOD, R. P., WONG, B. K. Software selection: a case study of the application of the analytical hierarchical process to the selection of a multimedia authoring system. *Information & Management*, v. 36, p. 221-232, 1999.
- LANDRY, M., MALOUIN, J., ORAL, M. Model validation in operations research. *European Journal of Operational Research*, v. 14, n.3, p. 207-220, 1983.
- MAÇADA, A. C. G., BECKER, J. L. Modelo para avaliar o impacto da Tecnologia da Informação (TI) nas variáveis estratégicas dos bancos brasileiros. In: XXX



- Encontro Nacional da Associação Nacional de Programas de Pós-graduação em Administração. *Anais*. Foz do Iguaçu: ANPAD, 1998. CD-ROM.
- MAHMOOD, M. A., SOON, S. K. A Comprehensive Model for Measuring the Potential Impact of Information Technology on Organizational Strategic Variables. *Decision Sciences*, v. 22, n.4, p. 869-897, 1991.
- MEHREZ, A. The interface between OR/MS and decision theory. *European Journal of Operational Research*, v. 99, p. 38-47, 1997.
- MILLET, I., SAATY, T. L. On the relativity of relative measures – accommodating both rank preservation and rank reversals in the AHP. *European Journal of Operational Research*, v. 121, p. 205-212, 2000.
- OSSADNIK, W., LANGE, O. AHP based evaluation of AHP software. *European Journal of Operational Research*, v. 118 (3), n.1, p. 578-588, Nov. 1999.
- PALVIA, P. C. Developing a model of the global and strategic impact of information technology. *Information and Management*, v.32, p. 229-244, 1997.
- PAULSEN, J., RADER, D. Technology on a tightrope. *Financial Executive*, v. 10, p. 21-25, Mar/Apr. 1994.
- PÉREZ, J. Some Comments on Saaty's AHP. *Management Science*, v. 41, n. 6, p. 1091-1095, Jun. 1995.
- POWELL, P. Information Technology Evaluation: Is It Different? *Journal of the Operational Research Society*, v. 43, p. 29-43, Jan. 1992.
- PRESSMAN, R. S. *Engenharia de Software*. São Paulo: Makron Books, 1995.
- QUINN, J. B., BAILY, M. N. Information technology. *Brookings Review*, v. 12, p. 36-41, Summer 1994.

- ROPER-LOWE, G. C., SHARP, J. A. The Analytic Hierarchy Process and its Application to an Information Technology Decision. *Journal of Operational Research Society*, v. 41, n.1, p. 49-59, 1990.
- SAATY, T. L. *The Analytic Hierarchy Process*. New York: McGraw-Hill, 1980.
- SEGARS, A. H., GROVER, V. Strategic Information Systems planning success: an investigation of the construct and its measurement. *MIS Quarterly*, v. 21, 1998.
- SHAFER, S. M., BYRD, T. A. A framework for measuring the efficiency of organizational investments in information technology using data envelopment analysis. *Omega*, v. 28, p. 125-141, 2000.
- SLAGMULDER, R., BRUGGEMAN, W. Justification of Strategic Investments in Flexible Manufacturing Technology. *Integrated Manufacturing Systems*, v. 3, n.3, p. 4-14, 1992.
- SRIRAM, V., STUMP, R. L., BANERJEE, S. Information technology investments in purchasing: An empirical study of dimensions and antecedents. *Information & Management*, v. 33, p. 59-72, 1997.
- SULLIVAN, W. G. Models IEs can use to include strategic, non-monetary factors in automation decisions. *Industrial Engineering*, p. 42-50, Mar. 1986.
- SURESH, N., MEREDITH, J. Justifying Multimachine Systems: An Integrated Strategic Approach. *Journal of Manufacturing Systems*, v. 4, n.2, p. 117-134, 1985.
- SWAMIDASS, P. M., WALLER, M. A. A Classification of Approaches to Planning and Justifying New Manufacturing Technologies. *Journal of Manufacturing Systems*, v. 9, p. 181-193, 1990.

- WANG, C. H., GOPAL, R. D., ZIONTS, S. Use of Data Envelopment Analysis in Assessing Information Technology Impact on Firm Performance. *State University of New York at Buffalo / Zionts Home Page*, Working Paper, p. 1-31, Apr. 1995.
- WEN, J. H., YEN, D. C., LIN, B. Methods for measuring information technology investment payoff. *Human Systems Management*, v. 17, p. 145-153, 1998.
- YEH, C-H., WILLIS, R. J., DENG, H., PAN, H. Task oriented weighting in multi-criteria analysis. *European Journal of Operational Research*, v. 119, p. 130-146, 1999.
- YOURDON, E. *Análise estruturada moderna*. Rio de Janeiro: Campus, 1992.
- ZOPOUNIDIS, C. Multicriteria decision aid in financial management. *European Journal of Operational Research*, v. 119, p. 404-415, 1999.

## ANEXOS

Anexo A – Pontuação quanto ao grau de utilidade dos critérios do modelo _____	123
Anexo B – Problema 1 - COMIL _____	124
Anexo C – Problema 2 – URI (Passado)_____	132
Anexo D – Problema 3 – URI (Futuro)_____	135
Anexo E – Problema 4 - HCSA _____	138
Anexo F – Questionário aplicado nos estudos de caso _____	146
Anexo G – Resultados da validação do modelo realizada na empresa COMIL Silos e Secadores Ltda _____	150
Anexo H – Resultados da validação do modelo realizada na Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI (Campus de Santo Ângelo) _____	154
Anexo I – Resultados da validação do modelo realizada no Hospital de Caridade de Santo Ângelo - HCSA_____	157
Anexo J – Informações contidas no <i>site</i> utilizado na primeira etapa de validação do modelo _____	161

## Anexo A – Pontuação quanto ao grau de utilidade dos critérios do modelo

	NU (*) <sup>4</sup>	PU (*)	UM (*)	EU (*)	Total	Média	Desvio Padrão	Média – Desvio Padrão
<b>Amigabilidade</b>	0	2	11	6	19	3,21	0,63	2,58
Comandos compreensíveis/não ambíguos	0	4	10	6	20	3,10	0,72	2,38
<i>Help</i>	0	2	8	10	20	3,40	0,68	2,72
Manuais	0	5	9	6	20	3,05	0,76	2,29
<b>Modelagem</b>	0	0	9	9	18	3,50	0,51	2,99
Funções	0	0	10	10	20	3,50	0,51	2,99
Estrutura técnica	1	3	10	6	20	3,05	0,83	2,22
<b>Performance</b>	0	0	3	15	18	3,83	0,38	3,45
Integridade das transações	0	0	3	17	20	3,85	0,37	3,48
Segurança	0	1	1	18	20	3,85	0,49	3,36
Produtividade	0	1	4	15	20	3,70	0,57	3,13
<b>Recursos Humanos (RH)</b>	0	3	12	3	18	3,00	0,59	2,41
Qualificação	0	0	9	11	20	3,45	0,51	2,94
Retenção	0	4	13	2	19	3,00	0,67	2,33
Cooperação	0	1	11	8	20	3,35	0,59	2,76
<b>Custo</b>	0	2	9	7	18	3,28	0,67	2,61
Custo de aquisição	0	1	13	6	20	3,25	0,55	2,7
Custo de manutenção	0	0	9	11	20	3,55	0,51	3,04
Custo de conversão	0	3	8	9	20	3,30	0,73	2,57
Custo de propriedade	2	5	7	6	20	2,85	0,99	1,86
<b>Suporte</b>	0	0	7	12	19	3,63	0,50	3,13
Serviço “hot-line”	0	7	4	7	18	3,00	0,91	2,09
Treinamento	0	0	7	11	18	3,61	0,50	3,11
Técnico	0	2	7	9	18	3,39	0,70	2,69
“Update”	1	2	5	10	18	3,33	0,91	2,42
<b>Flexibilidade</b>	0	1	8	8	17	3,41	0,62	2,79
Integração interna	0	0	8	10	18	3,56	0,51	3,05
Integração externa	0	2	10	6	18	3,22	0,65	2,57
<b>Risco</b>	0	2	8	6	16	3,25	0,68	2,57
Risco de <i>trade-off</i>	0	5	8	5	18	3,00	0,77	2,23
Risco funcional	0	1	8	9	18	3,44	0,62	2,82
Risco de suporte	0	1	9	8	18	3,39	0,61	2,78
Risco de mudanças tecnológicas	0	5	5	8	18	3,17	0,86	2,31
Risco de custos/prazos	0	0	10	8	18	3,44	0,51	2,93
<b>Transformação do Negócio</b>	1	1	4	10	16	3,44	0,89	2,55
Melhoria do serviço ao consumidor	0	0	4	14	18	3,78	0,43	3,35
Alinhamento da TI com a estratégia do negócio	0	0	5	13	18	3,72	0,46	3,26
Melhoria da imagem organizacional	0	4	8	6	18	3,11	0,76	2,35
Melhoria do posicionamento estratégico	0	4	5	8	17	3,24	0,83	2,41
Melhoria da eficiência e controle de processos internos	0	0	5	13	18	3,72	0,46	3,26
<b>Operacionais</b>	0	1	6	12	19	3,58	0,61	2,97
<b>Táticos</b>	0	2	8	6	16	3,25	0,68	2,57
<b>Estratégicos</b>	0	0	8	8	16	3,50	0,52	2,98

Tabela 8 – Escores e análise estatística associada a cada critério

<sup>4</sup> (\*) NU = Nenhuma utilidade; PU = Pouca utilidade; UM = Utilidade moderada; EU = Extrema utilidade.

## **Anexo B – Problema 1 - COMIL**

A primeira aplicação prática do modelo foi na Empresa COMIL Silos e Secadores Ltda, mais especificamente no setor de Engenharia. Trata-se de uma situação de decisão quanto a dois *softwares* de desenho e de projeto: o AutoCad (CAD) e o Solid Edge (SE).

O primeiro encontra-se em uso pela Empresa há alguns anos, e o segundo é uma opção de substituição ao primeiro. Novas necessidades surgiram durante o período de utilização do CAD, fazendo com que os projetistas da COMIL iniciassem um processo de busca de alternativas que melhor atendessem às suas necessidades. Nesta busca, o SE surgiu como uma boa alternativa.

Agendou-se uma reunião de trabalho com a engenheira responsável pelo setor, Maria Irene Betencourt Scalabrin, a fim de que tal decisão, substituir ou não o CAD pelo SE, tivesse o apoio do modelo proposto nesta pesquisa, visando identificar se o processo de decisão é ou não melhorado com o uso da ferramenta.

O experimento teve início com a apresentação do modelo e do *software* escolhido para implementá-lo, o Expert Choice®. Passou-se então para a identificação de cada critério que compõe a hierarquia do modelo, dando-se uma explicação sobre a que o critério faz referência e como deve ser avaliado. A seguir, foi explicado ao decisor como se dá a associação de pesos aos critérios, usando o método AHP, bem como das diferentes formas de votação disponibilizadas pelo *software*.

Passou-se então ao uso do *software* para o referido problema de decisão. Inicialmente foram inseridas no modelo as alternativas deste estudo: CAD e SE, tendo em vista que um modelo padrão (sem alternativas) já estava, previamente, instalado no computador (*notebook*). O decisor optou pela votação do tipo *top-down*, ou seja, iniciou a avaliação pelo topo da hierarquia (aspectos “operacionais”, “táticos” e “estratégicos”), descendo na hierarquia até atingir as alternativas (CAD e SE). Tanto nesse estudo como nos demais, o pesquisador atua como facilitador do experimento, auxiliando o decisor no uso do Expert Choice® e na condução do processo de votação dos critérios aos pares. Isto foi feito com o apoio de uma imagem da hierarquia permanentemente disponível ao decisor. A maioria das votações foi realizada através da escala verbal (por opção do decisor). Uma visualização de como se procede nesse tipo de votação é apresentada na Figura 5. Destaca-se aqui o parecer favorável do decisor no que diz respeito à verificação de inconsistência realizada pelo *software* ao final de cada votação. Quando o índice de inconsistência excedia 0.1, uma análise dos pesos associados a cada critério era feita. Alguns pesos, mesmo com inconsistência superior a 0.1, foram mantidos, sob a argumentação de que estavam representando o ponto de vista do decisor adequadamente.

O processo completo de votação levou uma hora e quinze minutos. Ao término da votação, o decisor teve acesso aos seus escores, a fim de verificar se a votação realizada correspondia realmente ao seu ponto de vista. Nenhuma alteração foi realizada.

O escore global das alternativas foi apresentado ao decisor (Figura 16), onde se percebe que o SE obteve o escore normalizado 0.544 e o CAD 0.456. Esta figura apresenta o escore das alternativas no modo “Ideal” e “Resumido”. O modo “Distributivo” também foi apresentado com os seguintes escores: 0.549 para o SE e 0.451 para o CAD. Os detalhes da votação também foram apresentados ao decisor, através da opção “*Details*”, a fim de que ele tivesse uma visão geral da sua votação.

Uma vez concluído o processo de votação, teve início a análise de sensibilidade. Esta atividade consumiu duas horas. A Figura 17 apresenta a análise de sensibilidade da votação, no que diz respeito aos critérios “comandos compreensíveis/não ambíguos”, “*help*” e “manuais”. Aqui, o SE obteve 53.7% e o CAD 46.3%. Os critérios “comandos”, “*help*” e “manuais” obtiveram os seguintes escores: 68.5%, 23.4% e 8.0% respectivamente. Alterando os pesos desses critérios para 1.1%, 64.7% e 34.2%, na mesma ordem, temos que os escores globais das alternativas se aproximam para 50.1% SE e 49.9% CAD (Figura 18). Consultado sobre esta possibilidade, o decisor reforçou a posição de que o critério “comandos” é mais importante que os demais e que, mesmo que sua importância fosse reduzida, não chegaria a estes valores, considerados extremos.

Todas as votações foram analisadas, e aquelas onde se constatou possibilidade de proximidade das alternativas ou mesmo inversão dos resultados foram discutidas com o decisor e serão apresentadas a seguir.



No primeiro nível da hierarquia, temos os critérios “operacionais”, “táticos” e “estratégicos” (Figura 4). Seus escores originais são 8.4%, 44.4% e 47.2% respectivamente. Se alterarmos seus pesos para 98.2%, 0% e 1.8%, respectivamente, teremos como escores gerais 52.2% SE e 47.8% CAD. Conforme o decisor, os aspectos “táticos” e “estratégicos” da decisão têm pesos semelhantes e, na sua opinião, reduzir os “estratégicos” a 1.8% é uma possibilidade muito remota.

No segundo nível da hierarquia, abaixo dos aspectos “operacionais”, temos os seguintes critérios: “amigabilidade”, “modelagem”, “performance” e “RH” (Figura 4). Neste nível percebe-se que uma alteração nos pesos dos critérios pode levar a uma variação de resultados. Os pesos originais desses critérios foram: 45.6%, 5.4%, 42.3% e 6.7% respectivamente. Alterando-se seus pesos na mesma ordem para 98.2%, 0.9%, 0.3% e 0.9%, teremos um escore global para as alternativas com 50.1% SE e 49.9% CAD. Quanto a isto, o decisor manifestou-se contrário, pois o aumento do peso do critério “modelagem” de 5.4% para 98.2%, segundo ele, é improvável. Outras variações possíveis para estes critérios seriam: 17.8%, 14.5%, 14.7% e 53.1% para “modelagem”, “amigabilidade”, “performance” e “RH” respectivamente. Neste caso, os escores globais das alternativas ficariam em 49.4% SE e 50.6% CAD. 21%, 20.7%, 14.1% e 44.1% para os mesmos critérios e na mesma ordem representam outra variação possível, gerando os seguintes escores globais: 50% SE e 50% CAD. Para as duas possibilidades, o decisor mostrou-se incrédulo. Para ele o aumento na valorização do critério “RH” não é justificado para este caso.

No terceiro nível da hierarquia, abaixo do critério “performance”, temos os seguintes critérios: “integridade das transações”, “segurança” e “produtividade”. Seus escores na votação foram: 18.4%, 6.3% e 75.3% respectivamente. Variando seus pesos para 9.1%, 90.6% e 0.3%, na mesma ordem, temos que os escores globais seriam alterados para 50% SE e 50% CAD. Quanto a esta possibilidade, o decisor mostrou-se contrário, uma vez que, para a Empresa, o que se está buscando é produtividade, e reduzi-la a 0.3% não faz sentido para esta escolha.

Ainda no mesmo nível, mas agora abaixo do critério “RH” (Figura 4), temos os seguintes subcritérios: “qualificação”, “retenção” e “cooperação”, sendo que seus escores na votação foram: 70.1%, 9.7% e 20.2% respectivamente. Alterando-se os seus escores para 0.5%, 99.4% e 0.1%, na mesma ordem, temos que os escores globais dos dois *softwares* ficariam empatados em 50% para cada um. Sondado sobre a possibilidade, o decisor reforçou a sua posição inicial de que a “qualificação” é o fator mais importante entre os três apresentados, e que elevar “retenção” para 99.4% não é realista neste caso.

Já no que diz respeito aos aspectos “táticos”, tem-se que este critério está dividido em dois subcritérios: “custo” e “suporte” (Figura 4). A votação original destes critérios foi: 63.4% e 36.6% respectivamente. Uma variação possível para estes critérios seria 79.4% e 20.6%, fazendo com que os escores globais das duas alternativas ficassem com o mesmo valor: 50%. Quanto a essa possibilidade, o decisor explicou que essa variação é coerente com o contexto da decisão, porém, os “custos”, segundo ele, estão dimensionados de forma adequada em 63.4% e que o

“suporte” em 20.6% é um valor muito baixo, com pouca possibilidade de ocorrência. Assim mesmo, demonstrou a possibilidade de que os valores sugeridos na análise de sensibilidade tenham a possibilidade de vir a ocorrer.

O subcritério “custo”, localizado abaixo do critério aspectos “táticos” (Figura 4), também apresenta uma certa sensibilidade quanto ao resultado indicado na votação original. Ele está dividido nos seguintes subcritérios: “aquisição”, “manutenção”, “conversão” e “propriedade”. A votação original desses critérios, na ordem em que foram citados, foi: 61.7%, 26.3%, 2.8% e 9.2%. Alterando-se seus pesos pela análise de sensibilidade, pôde-se ter a seguinte combinação, na mesma ordem de critérios: 1.2%, 48.8%, 30.3% e 19.7%, fazendo com que os escores globais das alternativas ficassem empatados em 50%. Quanto a essa variação, o decisor manifestou-se negativamente quanto à diminuição do peso do critério “aquisição” para 1.2%, uma vez que esse critério é conhecido para ambos os casos, e o valor real dele é o que foi apresentado na votação original.

Ainda com respeito aos aspectos “táticos”, outro subcritério é o “suporte”, representado na hierarquia por quatro subcritérios: “*hot line*”, “treinamento”, “técnico” e “*update*”. Sua votação original, pela ordem, foi: 5.9%, 53.4%, 20.9% e 19.8%, fazendo com que o escore global das alternativas, nesse nível, fosse 59.4% SE e 40.6% CAD. Uma variação possível de seus pesos seria: 0.3%, 0.2%, 0.1% e 99.4%, mantendo-se a ordem dos critérios citados acima. Com isto, o escore global das alternativas seria alterado para 50.1% SE e 49.9% CAD. Quanto à possibilidade apresentada, o decisor não se mostrou sensível à possibilidade de que o critério

“*update*” tenha um escore de 99.4%. Para ele, “treinamento” é o mais importante dos quatro critérios deste nível, em função da própria política da empresa.

Quanto ao terceiro critério de primeiro nível, os aspectos “estratégicos” (Figura 4) também apresentaram possibilidades interessantes de variabilidade, que poderiam levar a uma alteração do resultado produzido na votação original. O subcritério “flexibilidade” é apresentado com dois subcritérios: “integração interna” e “integração externa”. Sua votação foi 85.7% e 14.3% respectivamente, com escores globais de 59.2% SE e 40.8% CAD. Uma variação possível seria 1.8% “flexibilidade interna” e 98.2% “flexibilidade externa”, fazendo com que o escore global tenha os seguintes valores: 50.2% SE e 49.8% CAD. Quanto a isso, o decisor argumentou que a “flexibilidade interna” é mais importante que a externa, uma vez que, pelo menos para este caso, a integração com outras organizações não é um elemento importante.

Outro grupo de critérios, situado abaixo dos aspectos “estratégicos”, diz respeito aos riscos associados a esse tipo de justificativa de investimento (Figura 4). Os “riscos” estão subdivididos nos seguintes subcritérios: “*trade-off*”, “funcional”, “suporte”, “mudança tecnológica” e “custos/prazos”. Os escores associados a estes critérios foram: 6.8%, 33.6%, 40.3%, 8.2% e 11.1% respectivamente. Com esta pontuação, o escore das alternativas neste nível é: 53.6% SE e 46.4% CAD. Uma variação possível nos escores que produziria variação significativa na pontuação final, seria: 0.5%, 0.4%, 0.6%, 66.5% e 32%, valores apontados na mesma ordem dos critérios citada anteriormente. Com isso, as alternativas ficam empatadas em 50%. Quanto a essa possibilidade, o decisor mostrou-se pouco convencido quanto

aos escores atribuídos aos critérios de risco “funcional” e “suporte”, que na votação original somavam 73.9% e passaram juntos a obter apenas 10%. Segundo ele, esses dois critérios possuem peso maior, pois são os que fazem diferença entre as alternativas, uma vez que riscos tecnológicos são mínimos para ambas.

Ainda nos aspectos “estratégicos”, outro grupo de critérios está relacionado à “transformação do negócio”. Os critérios situados abaixo são (Figura 4): “melhoria do serviço ao consumidor”, “alinhamento da TI com a estratégia do negócio”, “melhoria da imagem organizacional”, “melhoria do posicionamento estratégico” e “melhoria da eficiência e controle de processos internos”. Os escores originais foram: 27.5%, 28.3%, 5.3%, 9.6% e 29.3% respectivamente. Com estes pesos, as alternativas neste subgrupo de critérios obtiveram os seguintes escores: 55.8% SE e 44.2% CAD. Este grupo de critérios mostrou-se sensível à variação nos escores. A seguinte combinação de valores causaria um empate em 50% nas alternativas: 0.0%, 0.1%, 10.4%, 89.4% e 0.0%, na mesma ordem citada anteriormente. Contudo, o decisor não se mostrou crédulo da possibilidade tornar-se realidade e vir a alterar a decisão apresentada originalmente. “Eficiência interna” é um fator importante, não podendo ele ficar com 0.0% e “melhoria do posicionamento estratégico” é algo que não será visado nem atingido com as duas tecnologias, não podendo, dessa forma, passar de 9.6% para 89.4%, conclui.

## **Anexo C – Problema 2 – URI (Passado)**

O segundo problema escolhido para a aplicação do modelo foi na Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI, campus de Santo Ângelo, no departamento de contabilidade, onde a substituição do *software* contábil, desenvolvido pela própria Universidade (campus de Frederico Westphalen), chamado neste estudo de URI, estava sendo estudada. Esta análise foi realizada em 1997. Na época, nenhuma ferramenta de apoio à decisão foi utilizada. A alternativa em questão é um *software* externo, existente no mercado, chamado neste estudo de System. Em contato direto com o chefe de setor, Sr. Bernardo Both, agendou-se uma manhã para a realização do estudo. Este se mostrou muito motivado pelo estudo e curioso pelas informações que poderia gerar. Munido de um computador *notebook* e com um modelo previamente instalado no *software* Expert Choice®, o pesquisador iniciou então o trabalho. Inicialmente, fez-se a apresentação do modelo, com a especificação de todos os critérios. A seguir, uma descrição sumária do método AHP e do seu uso através do *software* Expert Choice®. O pesquisador, em sua posição de facilitador, restringiu-se a operar o *software* durante a votação e a análise de sensibilidade. O decisor procedeu à votação, munido de uma imagem da hierarquia de critérios, a fim de que tivesse ciência do nível em que estava votando.

Uma vez que as explicações iniciais foram concluídas, passou-se então à votação dos critérios. Esta atividade demandou uma hora e quinze minutos e foi realizada de modo *top-down*, ou seja, da decisão para as alternativas. A Figura 20 apresenta o escore global final normalizado da votação, sendo 0.651 para a

alternativa System e 0.349 para a alternativa URI. O resultado no “modo distributivo” e os detalhes dos escores também foram exibidos ao decisor, a fim de que tivesse uma visão global da sua votação, bem como a possibilidade de efetuar alterações nas suas preferências. Nenhuma alteração foi realizada neste sentido.

Após a votação, procedeu-se a análise de sensibilidade do estudo. Todas as situações, onde foi constatada possibilidade de alteração significativa dos escores globais, foram então avaliadas. Para a conclusão desta atividade foram necessárias duas horas.

O primeiro grupo de critérios que se mostrou sensível à variação nos seus escores foi o relacionado aos aspectos “táticos”, sendo eles “custo” e “suporte”. Seus escores originais são 36.3% e 63.7% respectivamente, gerando um escore para as alternativas neste critério (táticos) de 55.0% System e 45.0% URI (Figura 21). Uma variação nos escores dos critérios, na ordem de 54.7% para os “custos” e 45.3% para o “suporte”, levaria a uma alteração dos escores globais das alternativas para 48.8% System e 51.2% URI (Figura 22). Quanto a esta possibilidade, o decisor alegou que o suporte, a época da decisão, era um fator muito importante, superando a preocupação com os custos relacionados às possíveis soluções. Segundo ele, elevar o escore do “suporte” para 63.7%, com a consequente redução do escore de “custos”, não representava uma possibilidade real. O tempo mostrou que o decisor estava correto quanto ao seu julgamento, uma vez que o custo não chegou em nenhum momento a 56%, situação onde as preferências entre as alternativas seriam invertidas.

O subcritério “performance” dos aspectos “operacionais” também se mostrou sensível a variações nos escores de seus subcritérios, sendo eles: “integridade das transações”, “segurança” e “produtividade”. Seus escores originais foram 33.3% para cada um dos três. Elevando-se o escore do critério “segurança” para 100%, haveria um empate em 50% entre as alternativas. Para o decisor, isto não representa uma combinação real, pois, para ele, os três critérios possuem a mesma preferência.

O subcritério “custo” dos aspectos “táticos” apresenta os seguintes critérios: “aquisição”, “manutenção”, “conversão” e “propriedade”. Seus escores originais são: 13.8%, 55.2%, 20.9% e 10.1% respectivamente. Elevando-se o escore do critério “propriedade” para 100%, teríamos um empate entre as alternativas. Neste caso, segundo o decisor, “manutenção” representa o critério mais importante, e “propriedade” o menos importante. Neste sentido, não seria lógica a combinação sugerida.

Já no subgrupo “estratégico”, o subcritério “risco” também apresenta possibilidade de variação no resultado global da votação. Seus critérios são: “*trade-off*”, “funcional”, “suporte”, “mudança tecnológica” e “custos/prazos”, e sua pontuação foi: 7.6%, 26.4%, 27.9%, 8.8% e 29.4% respectivamente. Elevando-se o escore do critério “*trade-off*” para 100%, teríamos um empate entre as alternativas. Para tanto, os demais escores seriam reduzidos a 0.0%. Para o decisor, reduzir os riscos “funcionais”, de “suporte” e de “custos/prazos” para este índice, configura uma situação irreal, pois, para ele, esses critérios juntos representam 83.7% das suas preferências, enquanto “*trade-off*”, apenas 7.6%.



### **Anexo D – Problema 3 – URI (Futuro)**

A terceira aplicação do modelo a situações reais de decisão foi realizada na mesma instituição do estudo Problema 2, chamado aqui de Problema 3, no mesmo setor (contabilidade) e contou com o mesmo decisor, o Sr. Bernardo Both. Este estudo tinha três objetivos: (1) testar o modelo em situações reais de decisão; (2) identificar se o decisor, mais familiarizado com os critérios e com o *software*, consegue realizar a sua análise com maior rapidez; e (3) verificar se, após utilizar a ferramenta pela segunda vez, o decisor não alteraria as suas considerações a respeito da mesma. Uma vez que o decisor já conhece a ferramenta, sua metodologia e os critérios do modelo, passou-se imediatamente ao estudo.

Esse problema de decisão diz respeito a um estudo de substituição do atual *software* contábil, System, por outro chamado neste estudo de Sênior. Após um estudo de produtos disponíveis no mercado, chegou-se a este *software*, como sendo uma alternativa. A decisão consiste em confrontar os dois produtos, o atualmente utilizado pela Universidade (System) e o novo produto (Sênior).

A votação transcorreu nos mesmos moldes das anteriores, o *software* foi operado pelo pesquisador, ficando a cargo do decisor a tarefa de pontuar os critérios conforme suas preferências. O tempo total para esta atividade foi de uma hora. O escore global das alternativas é apresentado na Figura 24, onde a alternativa Sênior obteve um escore de 0.637 e a alternativa System, um escore de 0.363 (escores normalizados). Estes resultados foram obtidos no “Modo Ideal”, porém, o “Modo Distributivo” também foi apresentado ao decisor, bem como os detalhes da votação,

a fim de verificar se o decisor confirmava a sua posição. Não foram realizadas alterações nesta etapa.

Após o término da votação das preferências, passou-se para a análise de sensibilidade da decisão. Esta etapa necessitou de duas horas para ser concluída. O pesquisador conduziu a análise, verificando critérios cujas variações nos escores pudessem aproximar os escores finais das alternativas ou até mesmo invertê-los. Quando isso era percebido, então, o decisor era indagado quanto à possibilidade de ocorrência da combinação sugerida. Os aspectos “táticos” (“custo” e “suporte”) apresentaram-se sensíveis à variação dos seus escores em relação ao escore geral. Sua pontuação original foi 42.8% e 57.2% respectivamente, pontuando as alternativas nesses critérios com 53.4% Sênior e 46.6% System (Figura 25). Alterações nos critérios “custo” e “suporte” causam significativas variações nas preferências (Figura 26). Elevando-se o escore do critério “custo” para 57.1% (+ 3.7%) e baixando-se o escore do critério “suporte” para 42.9% (-3.7%), os escores gerais das alternativas ficariam com 49.9% Sênior e 50.1% System. Este caso representa uma pequena variação nos escores e uma significativa mudança nos resultados. Quanto a isso, o decisor ponderou que uma análise mais minuciosa desses critérios deve ser realizada, pois, com as informações de que dispunha, não teria condições de avaliá-las mais precisamente.

O subcritério “amigabilidade”, localizado abaixo dos aspectos “operacionais” (Figura 4), está subdividido em “comandos compreensíveis e não ambíguos”, “help” e “manuais”. Seus escores originais são: 44.4%, 11.1% e 44.4% respectivamente. Se

elevarmos o escore do critério “*help*” para 100%, teremos um empate entre as alternativas. O decisor mostrou-se descrente da possibilidade, pois afirmou conhecer profundamente o sistema de “*help*” dos dois sistemas, e a sua preferência não sofreria uma alteração tão profunda como a sugerida.

O subcritério “custos” dos aspectos “táticos” está subdividido em: “aquisição”, “manutenção”, “conversão” e “propriedade”. Seus escores na votação foram: 15.6%, 39.4%, 35.7% e 9.4% respectivamente, gerando um escore global neste critério (custo) de 60.4% System e 39.6% Sênior. Caso o único critério a ser considerado seja o “custo de propriedade” (100%), as alternativas ficam empatadas. Segundo o decisor, isso se dá pelo fato de que o *software* Sênior possui um custo de propriedade muito reduzido em relação ao System. Quanto à possibilidade da nova combinação de pesos, o decisor mostrou-se seguro da sua votação original, não crendo que “manutenção” e “conversão” venham a ser plenamente descartadas no futuro.

Outra análise realizada foi junto ao critério “risco”, situado abaixo dos aspectos “estratégicos”. Este critério está dividido em: “*trade-off*”, “funcional”, “suporte”, “mudança tecnológica” e “custos/prazos”. Seus escores originais são: 18.8%, 13.6%, 22.6%, 32.0% e 13.0% respectivamente. O sistema Sênior mostrou-se melhor nas preferências do decisor, à exceção do critério “custos/prazos”. Caso este seja o único critério deste nível, então haverá um empate nas alternativas. Questionado quanto a isso, o decisor posicionou-se contrário à idéia de eliminação dos critérios “*trade-off*”, “funcional”, “suporte” e “mudança tecnológica”, pois, segundo ele, estes critérios são muito importantes na escolha de um *software*.

## **Anexo E – Problema 4 - HCSA**

O quarto estudo (denominado Problema 4) foi realizado no Hospital de Caridade de Santo Ângelo – HCSA, situado à Rua Antônio Manoel, 701, em Santo Ângelo – RS. Este é um hospital geral, filantrópico, onde são realizados em média dois projetos em TI por ano, com valores somados de aproximadamente R\$ 20.000,00.

Agendou-se uma manhã de trabalho com um dos responsáveis pelos projetos em TI do HCSA, Sr. Ângelo Rogério Meneghetti. Nos últimos quatro anos, todos os projetos de TI do hospital foram avaliados por este decisor, além de ter prestado consultorias na área há mais de oito anos, em diversas empresas. O Sr. Meneghetti atua nos projetos de TI em nível de definição de necessidades.

A justificativa de investimentos em TI, neste caso, está relacionada com o *upgrade* do servidor de rede e com o aumento do número de estações de trabalho. Muitas reclamações têm sido feitas por parte dos usuários e dos próprios administradores em relação ao desempenho e à disponibilidade dos equipamentos atuais. Com a obtenção de uma verba pública, a tão almejada atualização poderá ser realizada, sendo esta uma decisão que ainda não foi tomada. A decisão, então, diz respeito à escolha entre alguns fornecedores de computadores. Uma análise prévia levou o decisor a considerar três fornecedores: DELL, HP e Compaq.

O estudo iniciou com a apresentação da metodologia, visando orientar o decisor quanto ao procedimento adotado pelo método AHP. Em seguida, o modelo

(estrutura hierárquica de critérios) foi apresentado, bem como a definição de cada critério. Uma imagem da estrutura hierárquica foi disponibilizada ao decisor a fim de que, a cada nova votação, este tivesse ciência do nível a que suas preferências/importâncias estavam sendo questionadas.

O modelo, já implementado no *software* Expert Choice®, previamente instalado num *notebook*, foi completado com as alternativas DELL, HP e Compaq. O pesquisador limitou-se a operar o *software*. Antes de iniciar a votação, o pesquisador instruiu o decisor sobre o funcionamento do *software*, ou seja, como ele implementa a metodologia AHP. Feitas estas considerações, deu-se início ao processo de votação. O decisor optou por utilizar o processo gráfico de votação para a maioria dos critérios. Este processo ocorreu dentro de um período de uma hora e quinze minutos. À medida que o decisor avançava na sua votação (por opção, *top down*, ou seja, partindo dos critérios de mais alto nível na hierarquia até atingir as alternativas), explicações quanto a cada critério eram fornecidas pelo pesquisador quando solicitadas. Uma visão parcial do processo de votação pode ser visualizada na Figura 6. Ao término da votação, foi apresentada ao decisor uma visão geral dos escores de todas as alternativas, a fim de que ele tivesse a oportunidade de rever a atribuição dos escores de cada um dos critérios e alternativas. Nenhuma alteração foi feita. Uma visualização parcial dessas informações é apresentada na Figura 27.

Uma vez concluído este processo, deu-se início à atividade de análise de sensibilidade. Todos os critérios do modelo foram manipulados a fim de que o decisor tivesse oportunidade de verificar as suas preferências/importâncias. Muitas

dessas não representavam variações significativas nos escores globais das alternativas e não foram, por esta razão, apresentadas aqui. Todas as variações significativas dos escores dos critérios e das alternativas são apresentadas a seguir.

O primeiro conjunto de critérios que se mostrou sensível à variação de seus escores foi o dos aspectos “operacionais”, “táticos” e “estratégicos” (Figura 4). Os escores originais são, respectivamente, 34.9%, 19.6% e 45.5% (Figura 29), contribuindo para um escore global das alternativas DELL, HP e Compaq, respectivamente: 37.5%, 35.7% e 26.8%. Elevando-se o critério “operacional” para 98.8%, e reduzindo-se os “táticos” para 1.2% e os “estratégicos” para 0.0%, o escore das alternativas ficaria com 35.6% para a DELL, 35.6% para a HP e 28.8% para a Compaq. Se elevarmos o percentual dos aspectos “táticos” para 100.0% e reduzirmos os outros dois para 0.0%, também teremos os mesmos escores globais da variação anterior (a Figura 30 apresenta uma variação possível neste quadro). Quanto a essa possibilidade, o decisor ponderou que o investimento está fortemente baseado em questões estratégicas, tais como melhorar o serviço ao consumidor. Por esta razão, reduzir o grau de importância desse critério para algo próximo de zero não faz sentido.

Os subcritérios dos aspectos “operacionais” (“amigabilidade”, “modelagem”, “*performance*” e “RH”) apresentam um comportamento interessante. À exceção do critério “*performance*”, todos os demais possuem a mesma avaliação para todos os fornecedores, fazendo com que a elevação dos escores de qualquer um dos critérios para 100.0% (menos do critério *performance*), leve as alternativas a ficarem com o

mesmo escore: 33.3%. Quanto a isso, o decisor argumentou que os fornecedores DELL e HP possuem equipamentos semelhantes, com mesmo grau de “amigabilidade”, “modelagem” e “RH”.

Os aspectos “táticos”, divididos em “custo” e “suporte”, também se mostraram sensíveis a variações em seus escores. A votação original atribuiu 35.3% para “custos” e 64.7% para “suporte”. Variando o escore do critério “custo” para 36.3% (+1.0%), as alternativas DELL e HP empatam com escore de 36.4% para cada uma. Variações maiores nesse critério fazem com que a alternativa HP seja a de melhor posição. O decisor mostrou-se preocupado com tal variação, tendo em vista que os custos dos equipamentos podem sofrer alterações que levariam a escolhas diferentes. Esta situação mostrou-se particularmente delicada.

Os subcritérios dos aspectos “estratégicos” (“flexibilidade”, “risco” e “transformação do negócio”), com escores originais de 35.6%, 17.5% e 46.9% respectivamente, sofrendo alteração em seus pesos para 10.5%, 75.7% e 13.8% respectivamente, levam a alternativa HP a ser preferível à DELL (os escores originais dessas alternativas são: 39.5% para a DELL, 35.5% para a HP e 25.0% para a Compaq). Quanto mais peso ser der para o critério “risco”, mais a alternativa HP se destaca das demais. O decisor descartou essa possibilidade, uma vez que, para ele, o escore original atribuído para o risco está com um valor coerente frente aos demais critérios. Elevar o seu percentual para valores acima de 50.0% não deve configurar uma situação real.

Os subcritérios de “custos” (“aquisição”, “manutenção”, “conversão” e “propriedade”) apresentam os seguintes escores originais: 16.3%, 42.0%, 23.6% e 18.1% respectivamente. Os escores globais das alternativas neste nível são: 38.1% para a HP, 35.4% para a Compaq e 26.5% para a DELL. Se elevarmos o escore do critério “aquisição” para 22.5%, a alternativa Compaq passa a ser a melhor opção com 36.9% contra 36.8% da HP e 26.3% da DELL. Quanto mais elevarmos o escore desse critério, maior a diferença em favor da alternativa Compaq. “Conversão” e “propriedade” foram votadas com a mesma importância/preferência para todas as alternativas. Se considerarmos 100.0% para qualquer uma das duas, todas as alternativas ficam empatadas com 33.3%. Para o decisor, a variação do escore do critério “aquisição” sugerida na análise de sensibilidade é uma possibilidade real. Para ele, o critério “custo” pode sofrer variações significativas, fazendo com que a ordem das alternativas seja modificada drasticamente.

Os subcritérios de “suporte” também apresentaram sensibilidade na sua variação de escores. São eles: “hot-line”, “treinamento”, “técnico” e “update”. Seus escores originais são: 12.7%, 34.9%, 35.4% e 17.0%, gerando escores globais para as alternativas nesse nível de 43.1% para a DELL, 35.3% para a HP e 21.7% para a Compaq. Variando-se o peso dos critérios para 9.3%, 52.4%, 25.9% e 12.5%, na mesma ordem citada anteriormente, os escores das alternativas nesse nível ficariam com: 38.1% DELL, 39.3% HP e 22.6% Compaq. Quanto maior o escore do critério “treinamento”, maior a diferença em favor da alternativa HP. Esta também mostrou ser uma variação possível na avaliação do decisor, que argumentou não ter



informações suficientes em mãos para ponderar mais precisamente como os fornecedores estão neste critério.

Os subcritérios de “flexibilidade” (“integração interna” e “integração externa”) receberam escores na votação de 74.6% e 25.4% respectivamente, gerando um escore global para alternativas nesse critério de 46.5% para a DELL, 32.2% para a HP e 21.2% para a Compaq. Como todos os fornecedores foram classificados como iguais em relação à capacidade de integração externa, se elevarmos o escore desse critério para 100.0%, todas as alternativas ficarão empatadas com 33.3%. Para o decisor, esta situação está fora de cogitação, uma vez que a integração externa não está sendo visada na justificativa, apenas a interna.

Os subcritérios de “risco” (“*trade-off*”, “funcional”, “suporte”, “mudança tecnológica” e “custos/prazos”) receberam os seguintes escores: 15.3%, 22.5%, 28.0%, 17.2% e 17.0% respectivamente, produzindo um escore global das alternativas para esse critério de 37.8% para a HP, 35.7% para a DELL e 26.5% para a Compaq. “*Trade-off*”, “mudança tecnológica” e “custos/prazos” foram votados com o mesmo peso, sendo que, caso algum desses critérios atinja 100.0%, todas as alternativas ficaram empatadas em 33.3%. Quanto a essa possibilidade, o decisor posicionou-se contrário à redução do escore do critério “suporte”, que, para ele, desse conjunto de critérios, é o mais importante.

Os subcritérios de “transformação do negócio” (Figura 4): “melhoria do serviço ao consumidor”, “alinhamento da TI com a estratégia do negócio”, “melhoria

da imagem organizacional”, “melhoria do posicionamento estratégico” e “melhoria da eficiência e do controle de processos internos” receberam os seguintes escores respectivamente: 22.3%, 14.4%, 15.3%, 15.7% e 32.3%. As alternativas DELL e HP estão empatadas em todos os critérios, ficando a alternativa Compaq em desvantagem nos critérios “melhoria do serviço ao consumidor” e “melhoria da eficiência e do controle de processos internos”. O escore global das alternativas nesse nível de critérios é: 36.7% para a HP, 36.7% para a DELL e 26.7% para a Compaq. Se elevarmos o escore de qualquer um dos seguintes critérios: “alinhamento da TI com a estratégia do negócio”, “melhoria da imagem organizacional” e “melhoria do posicionamento estratégico”, para 100.0%, teremos um empate entre as três alternativas em 33.3%. Quanto a essa possibilidade, o decisor diz estar convencido de que estes critérios não podem atingir tal escore, uma vez que “melhoria do serviço ao consumidor” e “melhoria da eficiência e do controle de processos internos” são os critérios mais importantes desse nível.

Encerrada a atividade de análise de sensibilidade, passou-se então ao estudo dos resultados obtidos. Junto ao decisor, o pesquisador conduziu uma análise em que foram apresentadas as principais “fraquezas” da pontuação dos critérios. Todas as situações em que as variações dos critérios eram significativas foram novamente estudadas e as conclusões são apresentadas a seguir.

A decisão em questão, embora com uma pequena tendência para a alternativa DELL, configura um empate entre as alternativas DELL e HP. Nos aspectos “operacionais” (“amigabilidade”, “modelagem” e “RH”) não houve diferença de

avaliação por parte do decisor, bem como em outros critérios. Conforme o que foi relatado por ele próprio, nas questões 15 e 17 do Anexo I, é necessário levantar informações sobre as alternativas antes de realizar a votação. Na votação, o decisor mostrou-se em dúvida quanto ao posicionamento das alternativas frente aos critérios de último nível em algumas situações. Uma delas é a que foi explicitada acima.

Os aspectos “táticos” também mostraram que a opção DELL não é extremamente preferível à HP. Com variação no escore do critério “custo” em 1.0%, as alternativas empatam. É uma variação muito pequena com um significado muito grande.

Nos subcritérios de “custos” também há dúvidas quanto ao comportamento dos valores futuros. Não está claro que a alternativa DELL seja extremamente preferível à HP, pois, com pequenas variações no escore do critério “custo de aquisição”, as alternativas se aproximam. Esta variação é potencialmente possível e não se tem dados suficientes para avaliar este nível mais precisamente.

Quanto aos serviços prestados pelos fornecedores, como “*hot-line*”, “treinamento”, “técnico” e “*update*”, o decisor alegou não ter informações suficientes para atribuir pesos mais precisos a tais critérios. Segundo ele, variações, como as sugeridas na análise de sensibilidade, são perfeitamente possíveis.

## Anexo F – Questionário aplicado nos estudos de caso



Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS  
Programa de Pós Graduação em Administração – PPGA  
Mestrado em Administração – Convênio URI/UFRGS



---

### Título da Pesquisa: Desenvolvimento de um Modelo de Análise Multicriterial para a Justificativa de Investimento em Tecnologia da Informação

Trabalho desenvolvido por Paulo Ricardo B. Betencourt

Questionário a ser preenchido pela organização em que se realizou o estudo de caso

O objetivo deste instrumento é identificar o(s) caso(s) estudado(s), a organização em que o caso foi estudado e os níveis de validade do modelo proposto, sendo eles medidos através das seguintes dimensões: Validade Conceitual, Validade Lógica, Validade Experimental e Validade Operacional.

Questões sobre a empresa e a situação utilizada no estudo de caso:

1. Dados de Identificação da Organização
2. Ramo de atividade
3. Valor médio investido (em reais) por ano em TI e número médio anual de projetos nesta área
4. Poder de decisão do respondente em projetos de TI da organização
5. Experiência do respondente relativa a investimentos em TI (número de projetos em que já participou com poder de opinião ou decisão)
6. Síntese da(s) situação (ões) utilizada(s) no(s) estudo(s) de caso

Questões relativas à validação do modelo:

**Validade Conceitual:** Neste ponto, a situação problema tem que ser adequadamente detectada, tanto que considere os elementos e os relacionamentos

julgados pertinentes por aqueles atores que vivem e lidam com a situação-problema e em conformidade com as ferramentas e as técnicas que estão disponíveis para o uso em outras fases do processo de modelar- validar.

7. Na sua opinião, o modelo proposto (estrutura hierárquica de critérios) permite que a situação problema seja vista da perspectiva apropriada?
8. Esta perspectiva é capaz de conduzir a soluções apropriadas?
9. Em que grau está o construto (a forma como os critérios foram relacionados), no sentido de representar a situação em questão, na sua percepção?

**Validade Lógica:** Este tipo de validade está relacionado com a capacidade do modelo formal em descrever correta e precisamente a situação problema como definida no modelo conceitual. É o atributo do modelo para o qual a tradução foi feita corretamente.

10. O modelo formal apresentado, na sua opinião, descreve correta e precisamente a situação problema como ela foi definida no modelo conceitual?
11. Você consegue identificar algum critério ou relação que tenha sido omitido do modelo formal?
12. Como você avalia o impacto do *software* utilizado na formalização do processo?

**Validade Experimental:** A validade experimental refere-se à qualidade e à eficiência do mecanismo de solução.

13. Como você avalia a qualidade e a eficiência do mecanismo de solução (AHP)?

**Validade Operacional:** Determina a qualidade e a aplicabilidade das soluções e das recomendações com respeito às expectativas do usuário e do uso do modelo formal em relação à situação problema.

14. Como você vê a qualidade e a aplicabilidade das soluções apresentadas pelo modelo?

15. Que recomendações você daria a alguém que tem intenção de utilizá-lo?

16. Na sua opinião, o modelo tem potencial de justificativa em termos de tempo, esforço e custos?

**Validade dos Dados:** Está fortemente relacionada com a suficiência, a precisão e o grau em que o dado é apropriado ao uso, bem como com a disponibilidade destes, dentro de custos aceitáveis.

17. Os dados (tanto *hard* como *soft*) necessários às quatro etapas de validação do modelo, na sua opinião, são suficientes, precisos, apropriados e estão disponíveis dentro de custos aceitáveis?

Questões de ordem geral:

18. Baseado em seus comentários anteriores, como você julga ser possível melhorar o modelo?

19. Liste as vantagens obtidas através da utilização do modelo na justificativa de investimentos em TI.

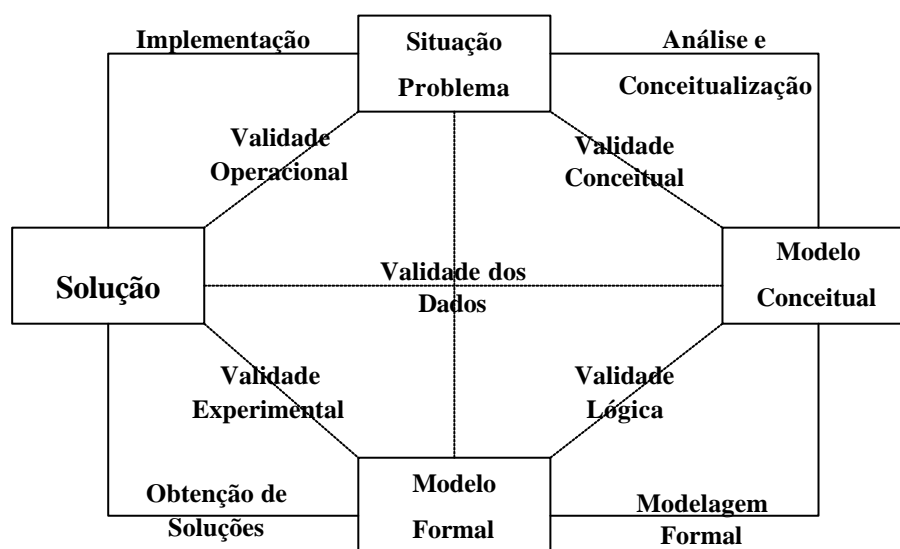
20. Liste as desvantagens do uso do sistema no computador.

Preencha a tabela abaixo (pintando as áreas de grau de satisfação) de forma que represente a sua opinião global sobre o modelo proposto.

Critérios: Tipo de validação	Grau de Satisfação				
	Nenhuma satisfação 1	2	3	4	Satisfação total 5
Validade Conceitual					
Validade Lógica					
Validade Experimental					
Validade Operacional					
Validade dos Dados					

Tabela 9 – Grau de satisfação para cada tipo de validação

Fonte: Obtida em M. Landry *et al.* (1983).



Esquema de relação entre os modelos

Fonte: Obtido em Landry *et al.* (1983).

**Anexo G – Resultados da validação do modelo realizada na empresa  
COMIL Silos e Secadores Ltda**

1. Dados de Identificação da Organização:

COMIL Silos e Secadores Ltda

Av. Tancredo Neves, 273

85804-260

Cascavel – Paraná

2. Ramo de atividade:

Indústria metalúrgica, fabricante de equipamentos para limpeza, transporte, secagem e armazenagem de grãos.

3. Valor médio investido (em reais) por ano em TI e número médio anual de projetos nesta área:

+ - R\$ 50.000,00

10 projetos

4. Poder de decisão do respondente em projetos de TI da organização:

Definição das características de máquinas novas, escolha de programas para a área de engenharia.

5. Experiência do respondente relativa a investimentos em TI (número de projetos em que já participou com poder de opinião ou decisão):

Entre 1998 e 2000

- Oito Máquinas
- Plotter
- Atualizações de *softwares*
- *Software* Auto CAD – 7 cópias
- Programa corporativo – implantação
- *Software* Solid Edge

6. Síntese da(s) situação (ões) utilizada(s) no(s) estudo(s) de caso:

Comparativo entre os programas Solid Edge e Auto Cad.

7. Na sua opinião, o modelo proposto (estrutura hierárquica de critérios) permite que a situação problema seja vista da perspectiva apropriada?



Na minha opinião, o modelo permite avaliar uma situação com um número maior de critérios do que normalmente seria, o que sem dúvida dará um resultado mais confiável e uma maior segurança quando da decisão.

8. Esta perspectiva é capaz de conduzir a soluções apropriadas?

Dará mais subsídios para a decisão.

9. Em que grau está o construto (a forma em que os critérios foram relacionados), no sentido de representar a situação em questão, na sua percepção?

Todos os fatores relacionados com uma decisão em Tecnologia da Informação estão contemplados no modelo.

10. O modelo formal apresentado, na sua opinião, descreve correta e precisamente a situação problema como ela foi definida no modelo conceitual?

Sim.

11. Você consegue identificar algum critério ou relação que tenha sido omitido do modelo formal?

Não.

12. Como você avalia o impacto do *software* utilizado na formalização do processo?

Paulo, se a pergunta se refere ao programa que você usou para montar a estrutura, não sei responder, porque não sei como se incorpora a estrutura desejada no programa.

Mas, se a pergunta se refere à estrutura montada, acho que é adequado, pela facilidade do uso.

13. Como você avalia a qualidade e a eficiência do mecanismo de solução (AHP)?

Uma vez que os “pesos” são definidos de acordo com a nossa indicação de prioridades, acho que é muito bom e coerente com o pensamento do usuário, bem como é versátil, pois para cada estudo os pesos podem ser diferentes e isto pode ser facilmente readequado.

14. Como você vê a qualidade e a aplicabilidade das soluções apresentadas pelo modelo?

A qualidade é ótima. Quanto à aplicabilidade, acho que, para determinados estudos, fica muito extenso, ou seja, o trabalho de definir prioridades em toda a rede

e, depois, entre os produtos estudados, é muito demorado, e acho que não muito produtivo quando analisando dois programas técnicos. Parece-me que, para uma análise de algo mais complexo como um programa corporativo, por exemplo, a aplicação fica muito interessante.

15. Que recomendações você daria a alguém que tem intenção de utilizá-lo?

Que é um tanto trabalhoso entrar com os dados, mas que a análise é compensadora, principalmente em casos de grande investimento.

16. Na sua opinião, o modelo tem potencial de justificativa em termos de tempo, esforço e custos?

Sim, e é maior conforme os valores dos *softwares* que estão sendo estudados.

17. Os dados (tanto *hard* como *soft*) necessários às quatro etapas de validação do modelo, na sua opinião, são suficientes, precisos, apropriados e estão disponíveis dentro de custos aceitáveis?

No caso que eu analisei, sim. Alguns dados eu não possuía, mas são fáceis de se obter para fazer a análise mais correta.

18. Baseado em seus comentários anteriores, como você julga ser possível melhorar o modelo?

Não sei se é possível, mas acho que seria interessante o usuário poder “anular” uma coluna se, para determinada análise, a mesma for considerada pouco importante e, assim, reduzir o tempo de alimentação de dados.

19. Liste as vantagens obtidas através da utilização do modelo na justificativa de investimentos em TI:

- Análise aprofundada em diversos aspectos (todos);
- Visualização numérica das prioridades.

20. Liste as desvantagens da utilização do uso do sistema no computador:

- Para determinadas análises, é muito demorado.

Preencha a tabela abaixo (pintando as áreas de grau de satisfação) de forma que represente a sua opinião global sobre o modelo proposto.

<b>Critérios:</b> <b>Tipo de validação</b>	<b>Grau de Satisfação</b>				
	<b>Nenhuma satisfação 1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>Satisfação total 5</b>
<b>Validade Conceitual</b>					0
<b>Validade Lógica</b>					0
<b>Validade Experimental</b>					0
<b>Validade Operacional</b>					0
<b>Validade dos Dados</b>					0

**Anexo H – Resultados da validação do modelo realizada na Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI (Campus de Santo Ângelo)**

1. Dados de Identificação da Organização:

Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI

Av. Universidade das Missões, 464 – Bairro Universitário

Santo Ângelo – RS – CEP 98802-470

2. Ramo de atividade:

Instituição de Ensino Superior.

3. Valor médio investido (em reais) por ano em TI e número médio anual de projetos nesta área:

Valor investido de aproximadamente R\$ 500.000,00.

Número de projetos em torno de 10.

4. Poder de decisão do respondente em projetos de TI da organização:

Participa em nível de sugestão, opinião e de acessoria.

5. Experiência do respondente relativa a investimentos em TI (número de projetos em que já participou com poder de opinião ou decisão):

- Seis projetos.

6. Síntese da(s) situação (ões) utilizada(s) no(s) estudo(s) de caso:

Ambos os casos envolviam a escolha entre dois *softwares* contábeis.

7. Na sua opinião, o modelo proposto (estrutura hierárquica de critérios) permite que a situação problema seja vista da perspectiva apropriada?

Sim.

8. Esta perspectiva é capaz de conduzir a soluções apropriadas?

Sim.

9. Em que grau está o construto (a forma em que os critérios foram relacionados), no sentido de representar a situação em questão, na sua percepção?

Representa adequadamente no contexto.

10. O modelo formal apresentado, na sua opinião, descreve correta e precisamente a situação problema como ela foi definida no modelo conceitual?

Sim.

11. Você consegue identificar algum critério ou relação que tenha sido omitido do modelo formal?

Não.

12. Como você avalia o impacto do *software* utilizado na formalização do processo?

Está adequado.

13. Como você avalia a qualidade e a eficiência do mecanismo de solução (AHP)?

É adequado. Consegue dar a resposta para se saber se é a melhor solução. Confirma uma percepção que temos inicialmente que não é estruturada (caso passado). Tem-se uma percepção geral e ele define individualidades.

14. Como você vê a qualidade e a aplicabilidade das soluções apresentadas pelo modelo?

Dá a resposta para as indagações. Porém, não para todas. Não perguntou sobre a infra-estrutura.

15. Que recomendações você daria a alguém que tem intenção de utilizá-lo?

É uma importante ferramenta de apoio. Mas não deve ser utilizado isoladamente. Usá-lo como subsídio num contexto maior.

16. Na sua opinião, o modelo tem potencial de justificativa em termos de tempo, esforço e custos?

Sim. O tempo de resposta seria igual ao tempo que se levaria para tomar a decisão sem o uso da ferramenta.

17. Os dados (tanto *hard* como *soft*) necessários às quatro etapas de validação do modelo, na sua opinião, são suficientes, precisos, apropriados e estão disponíveis dentro de custos aceitáveis?

Sim. Ele consegue trabalhar com a percepção.

18. Baseado em seus comentários anteriores, como você julga ser possível melhorar o modelo?

Colocar na análise uma variável para estrutura. Ex: investimentos em *hardware* versus mudanças culturais.

19. Liste as vantagens obtidas através da utilização do modelo na justificativa de investimentos em TI:

- Rapidez; sistematização de uma percepção em valores;
- Validação.

20. Liste as desvantagens da utilização do uso do sistema no computador:

- Nenhuma.

Preencha a tabela abaixo (pintando as áreas de grau de satisfação) de forma que represente a sua opinião global sobre o modelo proposto.

<b>Critérios:</b>	<b>Grau de Satisfação</b>				
	<b>Nenhuma satisfação 1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>Satisfação total 5</b>
<b>Validade Conceitual</b>					0
<b>Validade Lógica</b>					0
<b>Validade Experimental</b>					0
<b>Validade Operacional</b>				0	
<b>Validade dos Dados</b>				0	

## **Anexo I – Resultados da validação do modelo realizada no Hospital de Caridade de Santo Ângelo - HCSA**

1. Dados de Identificação da Organização:

Associação Hospital de Caridade de Santo Ângelo – HCSA

Rua Antônio Manoel, 701

Santo Ângelo – RS

2. Ramo de atividade:

Hospital geral filantrópico.

3. Valor médio investido (em reais) por ano em TI e número médio anual de projetos nesta área:

Valor investido é de aproximadamente R\$ 20.000,00.

Número de projetos: 2.

4. Poder de decisão do respondente em projetos de TI da organização:

Define a necessidade.

5. Experiência do respondente relativa a investimentos em TI (número de projetos em que já participou com poder de opinião ou decisão):

Nos últimos 4 anos, todos os projetos de TI foram decididos pelo responsável, além de consultoria na área já prestada há mais de 8 anos em diversas empresas.

6. Síntese da(s) situação (ões) utilizada(s) no(s) estudo(s) de caso:

O Hospital necessita de um *upgrade* do servidor de rede e de um aumento do número de estações de trabalho, desta forma, buscou-se um perfil adequado de equipamento para suprir as suas necessidades.

Foi conseguida uma verba pública federal para a aquisição destes equipamentos.

O levantamento das necessidades da configuração ideal do servidor foi realizado através das necessidades presentes e futuras de ampliações. Foram selecionadas algumas marcas de equipamentos e, para definir a aquisição, foi utilizada a metodologia sugerida pelo Prof. Paulo Betencourt.

7. Na sua opinião, o modelo proposto (estrutura hierárquica de critérios) permite que a situação problema seja vista da perspectiva apropriada?

Sim.

8. Esta perspectiva é capaz de conduzir a soluções apropriadas?

Sim, desde que o respondente realmente esteja envolvido no projeto e tenha o conhecimento adequado para entender e conduzir realmente a solução apropriada.

9. Em que grau está o construto (a forma em que os critérios foram relacionados), no sentido de representar a situação em questão, na sua percepção?

Está bem estruturado, dando condição de que sejam analisados praticamente todos os aspectos relevantes que devem ser considerados para a tomada de decisão.

10. O modelo formal apresentado, na sua opinião, descreve correta e precisamente a situação problema como ela foi definida no modelo conceitual?

Sim.

11. Você consegue identificar algum critério ou relação que tenha sido omitido(a) do modelo formal?

Em alguns aspectos, o modelo está mais adequado para avaliação de investimentos em *softwares* do que para *hardwares*, mas com as devidas adaptações, o modelo é completo.

12. Como você avalia o impacto do *software* utilizado na formalização do processo?

O *software* é muito adequado para este tipo de trabalho, principalmente porque permite comparar os pares de diversas formas (percentual, gráfico, aproximação), sendo extremamente amigável ao usuário, pois um prefere mais gráfico que %, e assim por diante. Eu, pessoalmente, prefiro gráfico.

13. Como você avalia a qualidade e a eficiência do mecanismo de solução (AHP)?

O AHP é adequado para o tipo de pesquisa que está sendo realizada. A comparação par a par não é tão complexa quanto a comparação conjunta de todos com todos. É amigável e fácil de ser entendida.

14. Como você vê a qualidade e a aplicabilidade das soluções apresentadas pelo modelo?

O modelo apresenta duas grandes virtudes. A primeira, é que nos faz refletir sobre a decisão vinculada com os aspectos operacionais, táticos e estratégicos, bem como com seus desdobramentos internos vinculados aos principais tópicos que devem ser considerados para a decisão. A segunda, pela aplicação do *software* que



faz o escalonamento do que é realmente mais importante em cada um destes tópicos, e, ao final, aponta a opção mais apropriada para a solução que a empresa realmente precisa.

15. Que recomendações você daria a alguém que tem intenção de utilizá-lo?

Recomendaria que a pessoa teria que ter realmente conhecimento de que tipo de investimento quer fazer, para que a ferramenta realmente possa dar suporte à decisão de forma plena e eficaz.

16. Na sua opinião, o modelo tem potencial de justificativa em termos de tempo, esforço e custos?

Sim, pois, apesar de não ser simples sua aplicação, já que faz a comparação par a par com todos os itens e opção, para investimentos significantes para a empresa é extremamente útil, seguro e rápido.

17. Os dados (tanto *hard* como *soft*) necessários às quatro etapas de validação do modelo, na sua opinião, são suficientes, precisos, apropriados e estão disponíveis dentro de custos aceitáveis?

É adequado. Talvez a única ressalva esteja relacionada ao conhecimento efetivo das opções que estão disponíveis no mercado (no meu caso HP, DELL e COMPAQ), pois, caso não se tenha conhecimento profundo de cada uma destas marcas, fica difícil fazer a comparação entre elas, podendo gerar um resultado errado.

18. Baseado em seus comentários anteriores, como você julga ser possível melhorar o modelo?

Pela experiência no uso do modelo em um caso prático de investimento em TI, acredito que está adequado para a sua finalidade.

19. Liste as vantagens obtidas através da utilização do modelo na justificativa de investimentos em TI:

- Repensar o investimento em diversos aspectos e prismas;
- Ter uma ferramenta que compara todos estes aspectos;
- Ser rápida e dar o grau de inconsistência a cada etapa;
- Ter várias formas de comparar os pares (% , gráfico, etc);

- Ter a possibilidade de alterar o peso das diversas opções e avaliar o seu impacto no resultado;

- Ter todas estas respostas de forma rápida, estruturada e com custo baixo.

20. Liste as desvantagens da utilização do uso do sistema no computador:

O respondente tem que ter realmente conhecimento sobre o investimento e suas repercussões na empresa nos níveis operacional, tático e estratégico.

Tem que conhecer efetivamente as opções que o mercado está oferecendo para o tipo de investimento que se está pretendendo fazer.

Ser o decisor do investimento, pois, em muitas situações, conforme for a postura do respondente, teremos um vencedor ou outro.

Preencha a tabela abaixo (pintando as áreas de grau de satisfação) de forma que represente a sua opinião global sobre o modelo proposto.

<b>Critérios:</b> <b>Tipo de validação</b>	<b>Grau de Satisfação</b>				
	<b>Nenhuma satisfação 1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>Satisfação total 5</b>
<b>Validade Conceitual</b>				0	
<b>Validade Lógica</b>					0
<b>Validade Experimental</b>					0
<b>Validade Operacional</b>				0	
<b>Validade dos Dados</b>				0	

## **Anexo J – Informações contidas no *site* utilizado na primeira etapa de validação do modelo**

Fonte: Produzida pelo autor. [on line] Disponível na Internet. URL: <http://www.urisan.tche.br/~pbetencourt>. 22. Jul. 2000.

### **Apresentação da Pesquisa**

O objetivo desta pesquisa consiste em desenvolver um modelo de análise multicriterial para justificativa de investimentos em Tecnologia da Informação (TI), como tema de dissertação para obtenção do grau de Mestre em Administração pelo Programa de Pós Graduação em Administração (PPGA) da UFRGS. O orientador é o professor PhD Denis Borenstein e a pesquisa está inserida na linha de Sistemas de Informação e Apoio à Decisão.

### **Quem está participando?**

Aproximadamente trinta pessoas foram convidadas a participar, sendo elas de diferentes organizações (prestadores de serviço, industriais, profissionais liberais, gerentes,...). Pretende-se com isto obter uma visão global da prática do processo de justificativa de investimentos em TI.

### **O que está sendo solicitado aos participantes nesta etapa?**

Nesta etapa da pesquisa, os participantes deverão ater-se apenas à Figura 1 e às quatro perguntas deste item. Qualquer modificação poderá ser realizada (exclusão, inclusão ou alteração de qualquer critério listado na figura 1), considerando que o modelo final cubra as questões relevantes para a justificativa de investimento em questão (aquela na qual o participante tenha influência e conhecimento para opinar). Para cada critério, pede-se que o participante classifique-o numa escala de quatro pontos, a saber: (1) Nenhuma utilidade, (2) Pouca utilidade, (3) Utilidade moderada e (4) Extrema utilidade.

A classificação, bem como qualquer comentário adicional, poderá ser feita na própria figura, marcando-se a célula do critério (um clique com o botão esquerdo do mouse sobre a célula, quando no modo de edição), conforme descrito no item “Como esta figura foi produzida e como pode ser alterada?”, e, logo após, outro clique com o botão esquerdo do mouse.

Algumas questões iniciais se fazem necessárias para que seja possível descrever o perfil das pessoas envolvidas na pesquisa. Pede-se então que sejam respondidas inicialmente e que a seguir seja feito o estudo da hierarquia proposta.

- Formação acadêmica (síntese)

- Função principal que desempenha
- Tempo que desempenha essa função
- Número de projetos em TI de que já participou, e se foi com poder de opinião

### **Por que análise multicriterial?**

Optou-se por análise multicriterial por considerar-se nesta pesquisa que investimentos em TI não devem ser avaliados exclusivamente numa única dimensão (ou por um único critério). Tradicionalmente, os métodos mais utilizados são os financeiros, tais como Valor Presente Líquido, Taxa Interna de Retorno, Retorno no Investimento, entre outros. A deficiência desses métodos está na incapacidade de considerarem aspectos intangíveis, inerentemente associados à TI.

### **Propondo uma solução através de uma hierarquia**

Para justificar investimentos em TI, um grande escopo de objetivos e atributos (critérios) é facilmente identificado. Porém, as relações existentes entre eles, bem como a sua manipulação em conjunto, configuram um problema complexo. Keeney e Raiffa<sup>5</sup> (1976) nos conduzem a pensar sobre isto colocando a situação nos seguintes termos: suponha que você tenha que pensar seriamente sobre os objetivos num dado problema e que tenha de produzir uma lista que inclua todas as áreas relacionadas. Não há dúvidas de que diferentes objetivos irão variar largamente no seu escopo, de forma explícita e em detalhes, e serão possivelmente inconsistentes. Como podemos desenvolver alguma estrutura para esta lista de objetivos? Frequentemente estes objetivos podem ser estruturados de forma útil pelo uso de uma hierarquia. Quase todos que pensam seriamente sobre objetivos em problemas complexos têm vindo com algum tipo de hierarquia de objetivos.

Outra consideração importante mencionada pelos mesmos autores é que a hierarquia para um problema particular não é única. Ela pode variar simplesmente pela mudança no grau no qual a hierarquia é formalizada. Até mesmo se o grau de formalização remanescente não mudar (no sentido de que o número de objetivos de baixo nível é o mesmo), a hierarquia dos objetivos pode ser significativamente variada.

### **O que você está recebendo nesta etapa da pesquisa?**

---

<sup>5</sup> Keeney, R. L. & Raiffa, H. **Decisions with multiple objectives**. John Wiley & Sons, Inc, 1976.

A figura 1 (abaixo<sup>6</sup>) apresenta um conjunto de atributos dispostos em hierarquia para o problema de justificar determinada TI para um caso particular.

Esta estrutura foi elaborada com base em artigos, livros e experiência profissional. Ela pode ser considerada como uma referência básica e visa auxiliar os participantes na elaboração da sua própria hierarquia, caso discordem desta. Toda a estrutura pode ser alterada pelos participantes livremente, de forma que a estrutura final seja a que melhor represente a idéia de cada um. Este conjunto foi obtido considerando-se os seguintes critérios:

*Operacionalidade dos Atributos:* Os atributos devem ser indicadores úteis de *performance*;

*Clareza dos Atributos:* A definição dos atributos deve ser concisa e clara;

*Ser completo:* O conjunto de atributos deve mencionar todos os aspectos críticos do problema;

*Não redundância:* O conjunto de atributos deve ser definido de tal forma que uma determinada dimensão não seja medida por atributos diferentes e independentes na hierarquia.

#### **Como esta figura foi produzida e como pode ser alterada?**

Na implementação da figura 1, foi utilizada a opção Inserir -> Objeto -> Organograma MS 2.0 no MS Word97. Caso seja necessário ampliar/editar a mesma, basta clicar duas vezes sobre o objeto com o botão esquerdo do mouse ou clicar sobre o objeto com o botão direito do mouse, selecionar a opção Objeto Organograma MS -> Editar.

O item “Descrição dos critérios apresentados na figura 1” foi anexado apenas como complemento e deve ser consultado pelo participante apenas em caso de dúvida quanto aos critérios que compõem a hierarquia.

#### **Descrição dos critérios apresentados na figura 1**

A descrição dos atributos é apresentada na seção 5.3.

---

<sup>6</sup> Esta figura está representada na Figura 4