



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS – UNICAMP
FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA E DE COMPUTAÇÃO – FEEC
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA BIOMÉDICA – DEB

SISTEMA DE CUSTEIO BASEADO EM ATIVIDADES PARA GERENCIAMENTO DO PROCESSO DE MANUTENÇÃO DE EQUIPAMENTOS MÉDICO-ASSISTENCIAIS

Autora: Leticia Santos da Rocha

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação da Universidade Estadual de Campinas para obtenção do título de Doutora em Engenharia Elétrica.

Área de Concentração: Engenharia Biomédica

Banca Examinadora:

Prof. Dr. José Wilson Magalhães Bassani (orientador)	DEB – FEEC – UNICAMP
Prof ^a Dr ^a Maria Carolina de Azevedo Ferreira de Souza	IE – UNICAMP
Prof. Dr. Carlos Alberto Suslik	IBMEC São Paulo
Prof. Dr. Raul Vinhas Ribeiro	DENSIS – FEEC – UNICAMP
Prof. Dr. Sérgio Santos Mühlen	DEB – FEEC – UNICAMP

Campinas, 31 de agosto de 2005.
SP – Brasil

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA - BAE - UNICAMP

R582s Rocha, Leticia Santos da
Sistema de custeio baseado em atividades para
gerenciamento do processo de manutenção de equipamentos
médico-assistenciais / Leticia Santos da Rocha. --Campinas, SP:
[s.n.], 2005.

Orientador: José Wilson Magalhães Bassani
Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas,
Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação.

1. Custeio baseado em atividades. 2. Manutenção - custo. 3.
Desempenho. 4. Engenharia biomédica. 5. Instrumentos e
aparelhos médicos. 6. Hospitais – Serviço de manutenção. 7.
Sistemas de suporte de decisão. 8. Lucros. I. Bassani, José
Wilson Magalhães. II. Universidade Estadual de Campinas.
Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação. III. Título.

RMS-BAE

Título em Inglês: Activity based costing system for medical equipment maintenance
process management

Palavras-chave em Inglês: Analytic hierarchy process, Activity based costing, Cost,
Performance, Clinical engineering, Medical equipment,
Activity based management, Hospital, Profit, Maintenance,
Service, Decision making

Área de concentração: Engenharia Biomédica

Titulação: Doutora em Engenharia Elétrica

Banca examinadora: Maria Carolina de Azevedo Ferreira de Souza, Carlos Alberto
Suslik, Raul Vinhas Ribeiro e Sérgio Santos Mühlen

Data da defesa: 31/08/2005

RESUMO

O Centro de Engenharia Biomédica (CEB) da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) gerencia as atividades de manutenção (corretivas e preventivas) de um parque de cerca de 10.000 equipamentos médicos da área de saúde da Universidade, que inclui dois hospitais, dois centros médicos e uma escola de medicina. Para controlar estes serviços, o setor de Engenharia Clínica do CEB possui um sistema de gerenciamento baseado em uma máquina de estados, no qual todas as ordens de serviço (OS) são caracterizadas por trajetórias compostas pelos estados pelos quais cada OS passa durante a sua execução. Os estados são microprocessos ativados para solução de tarefas específicas. Cada mudança entre microprocessos é denominada, neste sistema, transição. A nossa hipótese de trabalho foi que seria possível implementar no CEB um método de cálculo do custo das OS utilizando a técnica de custeio por atividade (*Activity Based Costing*, ABC). Para testar esta hipótese, tornamos as atividades (unidades fundamentais para a composição do custo ABC) equivalentes às transições. Com esta abordagem fomos capazes de extrair o custo ABC das ordens de serviço, calcular o custo dos serviços prestados, exercitar o conceito de lucratividade (simulando valores de venda para cada OS com base no mercado), explicitar os custos das atividades dos indivíduos dentro dos diversos setores do CEB e estudar o impacto sobre o serviço (conjunto de atividades) de um determinado excedente “planejado”, mediante o oferecimento de serviços para o mercado. Tendo em vista a possibilidade de calcular lucros para cada tipo de OS, pudemos estudar a aplicação de um processo de decisão, usando a técnica processo de hierarquia analítica (*Analytic Hierarchy Process*, AHP) para decidir sobre a escolha da manutenção feita por terceiros ou feita pela equipe da casa. Os exercícios de cálculo de custos em diferentes condições ilustram a possibilidade de uso do ABC para gerenciamento baseado em atividade (*Activity Based Management*, ABM) e resultaram valores compatíveis com a realidade do sistema público universitário de saúde (e.g. custo das OS, custo do trabalho e atividades no CEB). Concluímos que a estratégia adotada de equivalência entre atividades e transições viabiliza e facilita a implementação do sistema ABC (o que confirma a nossa hipótese) e que, tendo em vista os preços praticados no mercado, um excedente da venda de serviço pode ser gerado, mesmo em um sistema público de saúde como o da UNICAMP, no qual os custos, essencialmente fixos (e.g. pessoal, depreciação, custos gerais), não podem ser reduzidos de modo trivial.

Palavras-chaves: custeio baseado em atividades, gerenciamento baseado em atividades, engenharia clínica, equipamento médico, máquina de estados, manutenção, serviço, tomada de decisão, processo de hierarquia analítica.

ABSTRACT

The Center for Biomedical Engineering (CEB) at State University of Campinas (UNICAMP) manages the maintenance activities (corrective and preventive) of about 10,000 medical devices for the health care area of the university, which is comprised by two hospitals, two medical centers and a medicine school. In order to control these maintenance activities, the Clinical Engineering department makes use of a state machine-based management system in which the service orders (SO) are characterized by trajectories (sequence of states) constructed while the SO is processed. The states are microprocesses, which are activated to solve specific tasks. Each transition between two microprocesses (the state transition) is named, in short, a transition. We worked under the hypothesis that it would be feasible to implement at CEB a method for SO costing based on the Activity-Based Costing (ABC) technique. To test our hypothesis, we made activity, fundamental token for ABC, equivalent to transition. With this approach, we were able to extract the ABC cost of each SO, to estimate cost for a specific service proposal, to exercise the concept of profitability by simulating selling costs for each SO based in the current market, to explicit activity costs for individual jobs in CEB, and to study the impact of offering external services upon the total amount of activities of a certain “planned profit”. By the analysis of SO involving third party services, we studied the possibility of using the Analytic Hierarchy Process (AHP) technique to choose between third party or in-house services. The different conditions of ABC application in the present work illustrated the possibility of using ABC for Activity-Based Management (ABM), with results compatible with the expected figures for a public university health system (which validated our hypothesis). We conclude that our strategy of equivalence between activity and transition made the ABC feasible and relatively simple. We also found that according to the current market prices it is possible to envisage profit even in a health system such as in UNICAMP, in which costs are essentially fixed (e.g. staff, depreciation, general costs).

Keywords: Activity-Based Costing, Activity-Based Management, Clinical Engineering, Medical device, state machine, maintenance, service, decision, Analytic Hierarchy Process.

***Dedico este trabalho aos meus queridos
pais Miguel Fernandes da Rocha e Diva dos Santos da Rocha,
irmão Magno Fernandes da Rocha,
tia Olga dos Santos,
madrinha Wilde Alves de Almeida,
avó Cecília Pereira dos Santos,
tio José Fernandes da Rocha Neto e demais tios e tias,
e Monsenhor José Antonio Moraes Busch.***

AGRADECIMENTOS

Muito obrigada a todos!

A Deus, por me dar os dons necessários à realização deste trabalho e por me proteger.

À Maria, mãe de Jesus, por me ajudar.

À minha mãe Diva dos Santos da Rocha, ao meu pai Miguel Fernandes da Rocha e ao meu irmão Magno Fernandes da Rocha, por me encorajarem, por me ajudarem financeiramente e por se preocuparem comigo.

Ao Prof. Dr. José Wilson Magalhães Bassani, por me orientar no estudo e por me auxiliar à esclarecer dúvidas pertinentes à elaboração deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Elliot B. Sloane, por me aceitar na *Villanova University* na Pensilvânia nos Estados Unidos da América para um estágio referente ao curso de Doutorado.

À secretária da Diretoria do Centro de Engenharia Biomédica da UNICAMP, Nirlei Aparecida Vitareli Souza, por me auxiliar com a documentação e na comunicação com várias pessoas durante o período deste projeto.

Aos funcionários do Centro de Engenharia Biomédica (CEB) da UNICAMP que contribuíram com dados utilizados na elaboração do modelo de Custeio Baseado em Atividades aplicado ao CEB: Valdinéa Sonia Petinari (Biblioteca), Carlo Giuliano (Grupo de Imagem da Engenharia Clínica), Ícaro Frederico Bellentani (Gerência da Engenharia Clínica), Wilson José Bizinotto e Sizino Camargo Júnior (Informática), Horacio Miguel Marucci, Iracema Teresa Giacomelli Nogueira e Silmara da Silva Braga (Protocolo & Serviços), Adriana Chaves Cavalcanti de Andrade e Rosa Mitico Tase (Recursos Humanos) e Marta Susana Daniele (Suprimentos).

À Dra. Rosana Almada Bassani, pelos comentários feitos nas reuniões do *Journal Club*, nas quais eu apresentei os resultados deste projeto de Doutorado.

À Prof^a Dr^a Maria Carolina de Azevedo Ferreira de Souza e aos Prof. Dr. Carlos Alberto Suslik, Prof. Dr. Raul Vinhas Ribeiro e Prof. Dr. Sérgio Santos Mühlen, pelos esclarecimentos de conceitos relacionados a este trabalho, durante a arguição feita no dia da defesa desta tese.

Ao CNPq (Processo: 141526/2001-7) por me conceder bolsa de maio de 2001 até julho de 2001 e à FAPESP (Processo: 01/05944-0) por me conceder bolsa de agosto de 2001 até abril de 2005. À FINEP (Processo: 01P-04340-2001) por me conceder uma viagem a Houston nos Estados Unidos da América para apresentar dois trabalhos na 2nd. *Joint EMBS/BMES Conference*, no período de 23 a 26 de outubro de 2002.

“... Você terá de navegar dispondo de uma coisa apenas: os seus sonhos. Os sonhos são os mapas dos navegantes que procuram novos mundos. Na busca dos seus sonhos você terá de construir um novo saber... Foi assim que se construiu a ciência: não pela prudência dos que marcham, mas pela ousadia dos que sonham. Todo conhecimento começa com o sonho. O conhecimento nada mais é que a aventura pelo mar desconhecido, em busca da terra sonhada. Mas sonhar é coisa que não se ensina. Brota das profundezas do corpo, como a água brota das profundezas da terra.”

Rubem Alves

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.	xvii
LISTA DE TABELAS.	xxi
GLOSSÁRIO.	xv
CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO.	1
1.1 CUSTEIO BASEADO EM ATIVIDADES.	4
1.2 CENTRO DE ENGENHARIA BIOMÉDICA.	6
1.2.1 Diagrama de estados.	8
CAPÍTULO 2: OBJETIVOS.	11
2.1 OBJETIVO GERAL.	11
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.	11
CAPÍTULO 3: METODOLOGIA.	13
3.1.CUSTOS DOS CENTROS DE CUSTOS.	18
3.2 ALOCAÇÃO DOS CUSTOS DOS CENTROS DE CUSTOS DE SUPORTE AOS CENTROS DE CUSTOS DE SERVIÇOS.	23
3.3 DIRECIONADORES DE ATIVIDADES.	23
3.4 TAXAS DE DIRECIONADORES DE ATIVIDADES.	24
3.5 CUSTOS DAS TRANSIÇÕES.	24
3.6 CUSTOS DAS ORDENS DE SERVIÇO.	24

3.7 ALGORITMO DO PROGRAMA DE CÁLCULO DE PARÂMETROS DAS ORDENS DE SERVIÇO. ...	25
3.8 ENSAIO DA APLICAÇÃO DA TÉCNICA PROCESSO DE HIERARQUIA (AHP) COM O MODELO ABC/CEB PARA APOIO À TOMADA DE DECISÃO SOBRE O MELHOR SERVIÇO DE MANUTENÇÃO DE EQUIPAMENTOS MÉDICO-ASSISTENCIAIS.	26
CAPÍTULO 4: RESULTADOS.	31
4.1.CUSTOS TOTAIS DOS CENTROS DE CUSTOS DE SERVIÇOS.	31
4.2 PARÂMETROS DAS ATIVIDADES FEITAS NOS CENTROS DE CUSTOS DE SERVIÇOS.	32
4.3 TIPOS DE ORDENS DE SERVIÇOS MAIS FREQUENTES NO CEB.	33
4.4 SIMULAÇÕES DE MUDANÇAS NO PROCESSO DE MANUTENÇÃO.	38
4.5 SIMULAÇÃO DO CUSTO DO SERVIÇO DE MANUTENÇÃO PARA UM HOSPITAL PEQUENO.	43
4.6 MODELOS DE CUSTO E DESEMPENHO PARA SELECIONAR A MELHOR MODALIDADE DE SERVIÇO DE MANUTENÇÃO.	46
4.6.1 Etapa 1 da figura 3.3: cálculo dos custos das ordens de serviço # 1 e # 2 do setor de Radiologia por meio do modelo ABC.	46
4.6.2 Etapa 2 das figuras 3.3 e 3.4: cálculo dos pesos das ordens de serviço em relação ao objetivo com base nos critérios.	49
4.6.3 Etapa 3 da figura 3.4: cálculo dos pesos dos critérios 1 a 5 para as ordens de serviço # 1 e # 2 e avaliação de cada critério em relação às alternativas.	54
4.6.4 Custo e desempenho de cada modalidade de serviço de manutenção. ..	60
CAPÍTULO 5: DISCUSSÃO.	63

5.1. ANÁLISE DOS CUSTOS TOTAIS DOS CENTROS DE CUSTOS DE SERVIÇOS.	63
5.2 ANÁLISE DOS PARÂMETROS DAS ATIVIDADES FEITAS NOS CENTROS DE CUSTOS DE SERVIÇOS.	65
5.3 CUSTO MÉDIO, TEMPO MÉDIO E LUCRO DOS TIPOS DE ORDENS DE SERVIÇO MAIS FREQUENTES NO CEB.	67
5.4 ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS POR MEIO DAS SIMULAÇÕES DE MUDANÇAS NO PROCESSO DE MANUTENÇÃO.	69
5.5 ANÁLISE DOS MODELOS DE CUSTO E DESEMPENHO PARA SELECIONAR A MELHOR MODALIDADE DE SERVIÇO DE MANUTENÇÃO.	76
5.6 IMPORTÂNCIA DO MODELO ABC NA ANÁLISE DO MERCADO DE MANUTENÇÃO.	77
CAPÍTULO 6: CONCLUSÕES.	79
6.1. CONCLUSÃO GERAL.	79
6.2 CONCLUSÕES ESPECÍFICAS.	79
6.3 PROPOSTAS DE TRABALHO FUTURO.	80
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	81

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 – Custeio Baseado em Atividades.	5
Figura 1.2 – Organograma do Centro de Engenharia Biomédica (CEB).	7
Figura 1.3 – Diagrama de estados para gerenciamento do processo de manutenção de equipamentos médico-assistenciais do CEB/UNICAMP – modificado de (Bassani, 2002).	8
Figura 3.1 – Integração do diagrama de estados, do ABC e do ABM para calcular os custos e os lucros por ordem de serviço referentes ao processo atual de manutenção de equipamentos médico-assistenciais e às simulações de modificações nesse processo propostas a fim de aumentar o lucro total.	14
Figura 3.2 – Modelo ABC aplicado ao processo real de manutenção de equipamentos médico-assistenciais feito no CEB/UNICAMP nos anos 2001, 2002 e 2003 – modificado de (Rocha e Bassani, 2002 c).	17
Figura 3.3 – Modelo de custo para escolher a melhor modalidade de serviço de manutenção de equipamentos médico-assistenciais.	27
Figura 3.4 – Modelo de desempenho para escolher a melhor modalidade de serviço de manutenção de equipamentos médico-assistenciais.	28
Figura 4.1 – Tela do <i>software Expert Choice 2000</i> , a qual apresenta a comparação par-a-par dos critérios das figuras 3.3 e 3.4 em relação ao objetivo escolher o melhor serviço de manutenção para o setor de Radiologia.	50
Figura 4.2 – Tela do <i>software Expert Choice 2000</i> , a qual apresenta a comparação par-a-par: Quantas vezes a ordem de serviço # 1 é mais preferida que a ordem de serviço # 2, em relação ao critério confiabilidade do equipamento?	51
Figura 4.3 – Tela do <i>software Expert Choice 2000</i> , a qual apresenta a comparação par-a-par: Quantas vezes a ordem de serviço # 1 é mais preferida que a ordem de serviço # 2, em relação ao critério velocidade de reparo?	51

Figura 4.4 – Tela do <i>software Expert Choice 2000</i> , a qual apresenta a comparação par-a-par: Quantas vezes a ordem de serviço # 1 é mais preferida que a ordem de serviço # 2, em relação ao critério satisfação do corpo clínico?	52
Figura 4.5 – Tela do <i>software Expert Choice 2000</i> , a qual apresenta a comparação par-a-par: Quantas vezes a ordem de serviço # 1 é mais preferida que a ordem de serviço # 2, em relação ao critério capacidade de pacientes?	52
Figura 4.6 – Tela do <i>software Expert Choice 2000</i> , na qual são mostrados os pesos das ordens de serviço # 1 e # 2, 0,577 e 0,423, respectivamente, que foram calculados por esse programa usando as comparações inseridas nas telas apresentadas nas figuras 4.1. 4.2, 4.3, 4.4 e 4.5.	53
Figura 4.7 – Tela do <i>software Expert Choice 2000</i> , a qual apresenta a comparação par-a-par dos critérios em relação à ordem de serviço # 1.	54
Figura 4.8 – Tela do <i>software Expert Choice 2000</i> , na qual são mostrados os pesos dos critérios 1, 2, 3, 4 e 5, ou seja, 0,411; 0,279; 0,201; 0,064; 0,045, que foram calculados por esse <i>software</i> usando as comparações inseridas na tela apresentada na figura 4.7.	55
Figura 4.9 – Tela do <i>software Expert Choice 2000</i> , na qual são mostrados as avaliações dos critérios 1, 2, 3, 4 e 5, em relação às alternativas de manutenção interna e externa, para a ordem de serviço # 1.	56
Figura 4.10 – Tela do <i>software Expert Choice 2000</i> , a qual apresenta a comparação par-a-par dos critérios em relação à ordem de serviço # 2.	57
Figura 4.11 – Tela do <i>software Expert Choice 2000</i> , na qual são mostrados os pesos dos critérios 1, 2, 3, 4 e 5, ou seja, 0,411; 0,279; 0,201; 0,064; 0,045, que foram calculados por esse <i>software</i> usando as comparações inseridas na tela apresentada na figura 4.10.	58
Figura 4.12 – Tela do <i>software Expert Choice 2000</i> , na qual são mostrados as avaliações dos critérios 1, 2, 3, 4 e 5, em relação às alternativas de manutenção interna e externa, para a ordem de serviço # 2.	59

Figura 4.13 – Modelos de custo e desempenho para selecionar a melhor modalidade de serviço de manutenção para 4 unidades radiográficas e 1 tomógrafo computadorizado no setor de Radiologia.	61
Figura 5.1 – Curvas lucro total <i>versus</i> preço por ordem de serviço – ano 2001.	72
Figura 5.2 – Curvas lucro total <i>versus</i> preço por ordem de serviço – ano 2002.	73
Figura 5.3 – Curvas lucro total <i>versus</i> preço por ordem de serviço – ano 2003.	74

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1 – Definição dos possíveis estados das ordens de serviço.	9
Tabela 1.2 – Significado de algumas transições ocorridas em trajetórias.	10
Tabela 4.1 – Custos totais dos centros de custos de serviços. Anos: 2001, 2002 e 2003.	31
Tabela 4.2 – Parâmetros das atividades dos centros de custos de serviços. Anos: 2001, 2002 e 2003.	32
Tabela 4.3 – Os dez tipos de ordens de serviço mais freqüentes ocorridos nos anos: 2001, 2002 e 2003.	33
Tabela 4.4 – Preço da hora técnica de empresas terceirizadas: Ano 2003.	34
Tabela 4.5 – Custos dos cinco tipos de ordens de serviço mais freqüentes feitas no CEB – Anos: 2001, 2002 e 2003.	35
Tabela 4.6 – Custos médios, tempos médios e lucros das cinco ordens de serviço mais freqüentes e lucro total para todas as trajetórias realizados no ano considerando-se o preço de R\$ 280,00. Anos: 2001, 2002 e 2003.	36
Tabela 4.7 – Custos médios, tempos médios e lucros das cinco ordens de serviço mais freqüentes e lucro total para todas as trajetórias realizados no ano considerando-se o preço de R\$ 420,00. Anos: 2001, 2002 e 2003.	37
Tabela 4.8 – Custos médios, tempos médios e lucros das cinco ordens de serviço mais freqüentes e lucro total com acréscimo de 50% nas ocorrências da OS # 1 para todas as trajetórias realizados no ano considerando-se o preço de R\$ 280,00. Anos: 2001, 2002 e 2003.	39
Tabela 4.9 – Custos médios, tempos médios e lucros das cinco ordens de serviço mais freqüentes e lucro total com acréscimo de 50% nas ocorrências da OS # 1 para todas as trajetórias realizados no ano considerando-se o preço de R\$ 420,00. Anos: 2001, 2002 e 2003.	40

Tabela 4.10 – Custos médios, tempos médios e lucros das cinco ordens de serviço mais freqüentes e lucro total com acréscimo de 50% nas ocorrências da OS # 2 para todas as trajetórias realizados no ano considerando-se o preço de R\$ 280,00. Anos: 2001, 2002 e 2003.	41
Tabela 4.11 – Custos médios, tempos médios e lucros das cinco ordens de serviço mais freqüentes e lucro total com acréscimo de 50% nas ocorrências da OS # 2 para todas as trajetórias realizados no ano considerando-se o preço de R\$ 420,00. Anos: 2001, 2002 e 2003.	42
Tabela 4.12 – Custos médios, tempos médios e lucros das cinco ordens de serviço mais freqüentes e lucro total com acréscimo de 200 ocorrências na OS # 1, 125 ocorrências na OS # 2, 25 ocorrências na OS # 3 e 15 ocorrências na OS # 5 (em 2001) e na OS # 4 (em 2002 e 2003) para todas as trajetórias realizados no ano considerando-se o preço de R\$ 280,00. Anos: 2001, 2002 e 2003.....	44
Tabela 4.13 – Custos médios, tempos médios e lucros das cinco ordens de serviço mais freqüentes e lucro total com acréscimo de 200 ocorrências na OS # 1, 125 ocorrências na OS # 2, 25 ocorrências na OS # 3 e 15 ocorrências na OS # 5 (em 2001) e na OS # 4 (em 2002 e 2003) para todas as trajetórias realizados no ano considerando-se o preço de R\$ 420,00. Anos: 2001, 2002 e 2003.	45
Tabela 4.14 – Custos dos centros de custos, direcionadores de atividades e taxas de direcionadores de atividades do CEB para todos os equipamentos – Ano 2003.	46
Tabela 4.15 – Custos dos centros de custos, direcionadores de atividades e taxas de direcionadores de atividades do CEB proporcionais a 4 unidades radiográficas – Ano 2003. ...	47
Tabela 4.16 – Custos dos centros de custos, direcionadores de atividades e taxas de direcionadores de atividades do CEB proporcionais a 1 tomógrafo computadorizado – Ano 2003.	47
Tabela 4.17 – Custos das ordens de serviço feitas no CEB para as 4 unidades radiográficas – Ano 2003.	47
Tabela 4.18 – Custos das ordens de serviço feitas no CEB para o tomógrafo computadorizado – Ano 2003.	47

Tabela 4.19 – Custos dos centros de custos, direcionadores de atividades e taxas de direcionadores de atividades da empresa terceirizada proporcional a 4 unidades radiográficas – Ano 2003.	48
Tabela 4.20 – Custos dos centros de custos, direcionadores de atividades e taxas de direcionadores de atividades da empresa terceirizada proporcional a 1 tomógrafo computadorizado – Ano 2003.	48
Tabela 4.21 – Custos das ordens de serviço feitas na empresa terceirizada para as 4 unidades radiográficas – Ano 2003.	49
Tabela 4.22 – Custos das ordens de serviço feitas na empresa terceirizada para o tomógrafo computadorizado – Ano 2003.	49
Tabela 4.23 – Pesos das ordens de serviço feitas para 4 unidades radiográficas e 1 tomógrafo computadorizado.	53
Tabela 4.24 – Pesos dos critérios e avaliações dos critérios em relação à manutenção interna e terceirizada para ordens de serviço de 4 unidades radiográficas e de 1 tomógrafo computadorizado.	59
Tabela 4.25 – Custos dos serviços de manutenção interna e terceirizada para 4 unidades radiográficas e 1 tomógrafo computadorizado – Ano 2003.	60
Tabela 4.26 – Desempenhos dos serviços de manutenção interna e terceirizada para 4 unidades radiográficas e 1 tomógrafo computadorizado.	60
Tabela 4.27 – Desempenho e custo normalizados obtidos a partir das tabelas 4.25 e 4.26 referentes, respectivamente, aos modelos de custo e desempenho para escolher a melhor modalidade de serviço de manutenção para 4 unidades radiográficas e 1 tomógrafo computadorizado no setor de Radiologia.	60

Tabela 5.1 – Custo de aquisição dos equipamentos médico-assistenciais do inventário da UNICAMP, custos totais dos serviços de manutenção interna e terceirizada e economia produzida para a área de saúde da UNICAMP pelo serviço de manutenção interna – anos: 2001, 2002 e 2003.	65
Tabela 5.2 – Razão desempenho custo (RDC), e a razão desempenho custo líquido (RDCL) referentes aos modelos de custo e desempenho para escolher a melhor modalidade de serviço de manutenção para 4 unidades radiográficas e 1 tomógrafo computadorizado no setor de Radiologia.	65

GLOSSÁRIO

CEB **Centro de Engenharia Biomédica**

Centros de Custos:

CAC	Central de Atendimento ao Cliente
C&E	Contratos e Especificação
DIR	Diretoria
EXE	Técnicos e Engenheiros
GEC	Gerência de Engenharia Clínica
GRU	Engenheiros
IC	Informação e Computação – Informática e Biblioteca
PS	Protocolo e Serviços
RH	Recursos Humanos
SUP	Suprimentos – Compras e Almoxarifado

EC **Engenharia Clínica**

Grupos de Manutenção:

DIA	Diagnóstico
IMA	Imagem Médica
LAB	Laboratório
MEC	Mecânica

OS **Ordem de Serviço**

Técnicas:

ABC	<i>Activity Based Costing</i> (Custeio Baseado em Atividades)
ABM	<i>Activity Based Management</i> (Gerenciamento Baseado em Atividades)
AHP	<i>Analytic Hierarchy Process</i> (Processo de Hierarquia Analítica)

CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO

Os equipamentos utilizados nos procedimentos de diagnóstico e tratamento de doenças, de monitoramento de parâmetros fisiológicos e de reabilitação realizados nos Estabelecimentos Assistenciais de Saúde brasileiros são denominados equipamentos médico-assistenciais (Ministério da Saúde, 1993). Há mais de quatro décadas, o Brasil utiliza o suporte dos equipamentos médico-assistenciais para praticar a Medicina (Dyro, 2004). A integração dos serviços prestados pela Medicina por meio dos equipamentos médico-assistenciais e dos serviços prestados pela Engenharia para manter o funcionamento adequado dos equipamentos médico-assistenciais inaugurou a Engenharia Clínica (EC). As modalidades dos serviços de manutenção desses equipamentos em hospitais podem ser constituídas de manutenção terceirizada ou de manutenção interna ou ainda pela combinação dessas duas modalidades (Webster, 1988; Cohen, 2003). No serviço de manutenção terceirizada, o pessoal do departamento de EC do hospital é responsável pelo gerenciamento do serviço de manutenção prestado por fabricantes ou empresas terceirizadas. No serviço de manutenção interna, o pessoal do departamento de EC do hospital é responsável pela prestação do serviço de manutenção. Neste caso, o departamento de EC necessita da seguinte infra-estrutura: engenheiros clínicos para gerenciar o serviço de manutenção feito no departamento; técnicos em eletrônica e mecânica para realizar a manutenção dos equipamentos; pessoal para realizar tarefas referentes ao funcionamento do departamento, tais como recursos humanos, suprimentos, contabilidade, etc; oficina (ferramentas, instrumentos de teste e calibração, bancadas, etc); treinamento de pessoal; documentação técnica (manuais de manutenção e diagramas dos circuitos dos equipamentos, assinaturas de revistas, aquisição de livros, etc); serviços (instalação elétrica, instalação hidráulica, instalação telefônica, ar-condicionado, etc); aquisição e estoque de peças de reposição; e sistema informatizado para armazenar o cadastro de equipamentos médico-assistenciais, registrar o histórico de manutenção e a movimentação de peças, ferramentas, documentação técnica e ordens de serviço (Dyro, 2004).

A importância da manutenção é aumentar a segurança no uso dos equipamentos médico-assistenciais durante o atendimento aos pacientes (Dyro, 2004), evitando a ocorrência de falhas e garantindo a calibração desses equipamentos. Deste modo, busca-se evitar incidentes que poderiam

causar danos ao organismo humano, provocando até mesmo a morte, como consequência de erro em diagnósticos, erro nas dosagens de substâncias ministradas aos pacientes, choques elétricos, queimaduras, etc. Além disso, ao adotar procedimentos de manutenção preventiva e corretiva desses equipamentos, o hospital visa diminuir os prejuízos econômicos resultantes dessas falhas. Um exemplo prático da importância da manutenção ocorre nos Estados Unidos da América, onde o estabelecimento prévio de um plano de gerenciamento dos equipamentos médico-assistenciais, que incluía, entre outros processos, as estratégias de manutenção para os equipamentos do inventário da instituição, é um dos requisitos para a obtenção da acreditação de instituições de cuidado à saúde pela *Joint Commission on Accreditation of Healthcare Organizations* (JCAHO) (Wang e Rice, 2003). No processo de manutenção dos equipamentos médico-assistenciais, escolhe-se o critério de custo da ordem de serviço para realizar esse gerenciamento (Furst, 1986), de modo a mensurar o gasto que o hospital tem para garantir o correto funcionamento dos equipamentos médico-assistenciais. Assim, este trabalho originou-se da necessidade de os dirigentes conhecerem os custos de manutenção de equipamentos médico-assistenciais para gerenciar os serviços prestados pelo departamento de EC, de modo a avaliarem níveis aceitáveis de gastos (Baumeister, 1987).

O método de cálculo de custo de manutenção de equipamentos médico-assistenciais em geral divulgado pelo mercado é o da hora técnica. O custo da hora técnica é igual ao orçamento do custo de salário dividido pelo número de horas usadas pela manutenção, acrescido de uma porcentagem referente a gastos gerais e à depreciação de equipamentos que compõem a infra-estrutura do prestador de serviço de manutenção (Adamson, 1982). Neste caso, o custo médio da ordem de serviço é igual ao custo médio da hora técnica multiplicado pelo número de horas de manutenção (Furst, 1986). Como o custo da hora técnica não inclui o custo de peça de reposição, o custo total da ordem de serviço é igual ao somatório do custo médio da ordem de serviço e do custo de peça de reposição.

A prestação de serviço de manutenção demanda a realização de atividades pelo departamento de EC. No entanto, o método de cálculo de custo de manutenção por meio da hora técnica não considera as atividades necessárias para prestar o serviço de manutenção. Do mesmo modo, os sistemas de custeio por absorção e custeio variável (ou custeio direto) também não consideram as atividades realizadas na prestação do serviço. Ao contrário, no Custeio Baseado em Atividades (*Activity Based*

Costing — ABC) (Cooper e Kaplan, 1988; Kaplan e Cooper, 1998; Kaplan e Anderson, 2004) os serviços surgem como consequência das atividades consideradas necessárias para prestá-los (Rocha, 2000). De acordo com o método ABC, o custo de um serviço é o somatório dos custos relativos às atividades necessárias para realizá-lo. Por isso, o método ABC é melhor diante dos sistemas de custeio citados acima. Deste modo, é evidente que tem que se usar o método ABC para estimar o custo médio da ordem de serviço do processo de manutenção e sistematizar as atividades referentes ao serviço de manutenção.

A funcionalidade do método ABC é a gestão. A funcionalidade da gestão nas empresas privadas é a geração de lucro. O lucro equivale ao retorno sobre o capital investido. Por isso, o aumento do lucro é fundamental para a empresa que pretende aumentar seu poder de participação no mercado. Quanto ao setor público, a funcionalidade da gestão é a redução de custos, isto é, o aumento de excedente. Portanto, este trabalho descreve a criação de um modelo sistemático de gestão do serviço de manutenção de equipamentos médico-assistenciais com base nos seguintes indicadores:

- o custo do serviço e o tempo despendido para prestar o serviço, os quais não são dissociados entre si;
- o lucro, o qual pode ser utilizado na análise das possíveis estratégias de controle de custos.

O modelo proposto resulta da junção do ABC e do sistema de acompanhamento do serviço de manutenção por meio de um diagrama de estados (Bassani et al, 2002). O Gerenciamento Baseado em Atividades (*Activity Based Management — ABM*) (Ness e Cucuzza, 1995; Kaplan e Cooper, 1998; Themido et al, 2000) foi utilizado a partir dos resultados obtidos com a junção do método ABC com o diagrama de estados para exercitar a tomada de decisão em relação às atividades realizadas para prestar o serviço de manutenção, com o propósito de diminuir seus custos, e ainda melhorar o processo.

Este parágrafo, descreve também a integração dos resultados obtidos a partir do modelo de cálculo de custos das ordens de serviço com os conceitos da técnica Processo de Hierarquia Analítica (*Analytic Hierarchy Process — AHP*) (Saaty, 1990; Dessureault e Scoble, 2000; Sloane et al, 2002) de modo a se construir um modelo de gestão com o indicador desempenho, além do custo, que facilite acertar a decisão sobre a escolha da modalidade do serviço de manutenção (terceirizada ou interna) para cada classe de equipamento.

1.1 CUSTEIO BASEADO EM ATIVIDADES

Contabilidade de custos é a ciência que trata das metodologias de cálculo dos custos dos produtos e serviços (Iudícibus, 1993), sendo que os métodos de cálculo do custo unitário dos produtos ou serviços são denominados sistemas de custeio. O custo é o gasto relativo ao bem ou serviço utilizado na fabricação de produtos ou na prestação de serviços (Martins, 2001). A classificação do custo com base na variação com o volume de produção e vendas é: custo fixo, o qual independe do volume de produção e/ou vendas da empresa em um período de tempo; e, custo variável, o qual varia proporcionalmente ao volume de atividades da empresa em um determinado período de tempo. A classificação do custo com base na caracterização no serviço é: custo direto, o qual pode ser diretamente caracterizado no serviço prestado; e, custo indireto, o qual não é associado ao serviço prestado (Vasconcelos e Bacic, 1999). Um exemplo da importância da classificação dos custos é que a maneira de gerir custos fixos e custos variáveis é diferente. O poder de gestão sobre os custos fixos é menor do que sobre os custos variáveis (Martins, 2001).

Cada departamento de uma organização é a unidade administrativa representada por pessoas e equipamentos desenvolvendo atividades homogêneas. Um centro de custos é a unidade de acumulação de custos, podendo ser desde uma parte do departamento até um departamento inteiro. Os centros de custos de serviços são os centros de custos que atuam no processo de prestação de serviço e têm seus gastos alocados aos serviços, ao passo que os centros de custos de suporte são os centros de custos que prestam serviço de apoio aos centros de custos de serviços e têm seus custos alocados para os centros de custos de serviços que deles se beneficiam (Martins, 2001).

Custeio baseado em atividades é uma técnica na qual os serviços demandam a realização de atividades, as quais são os procedimentos necessários à prestação do serviço. Assim, as atividades são as causas dos custos e os custos tornam-se os gastos incorridos na realização das atividades (CIMA, 1991). A figura 1.1 apresenta o conceito do ABC.

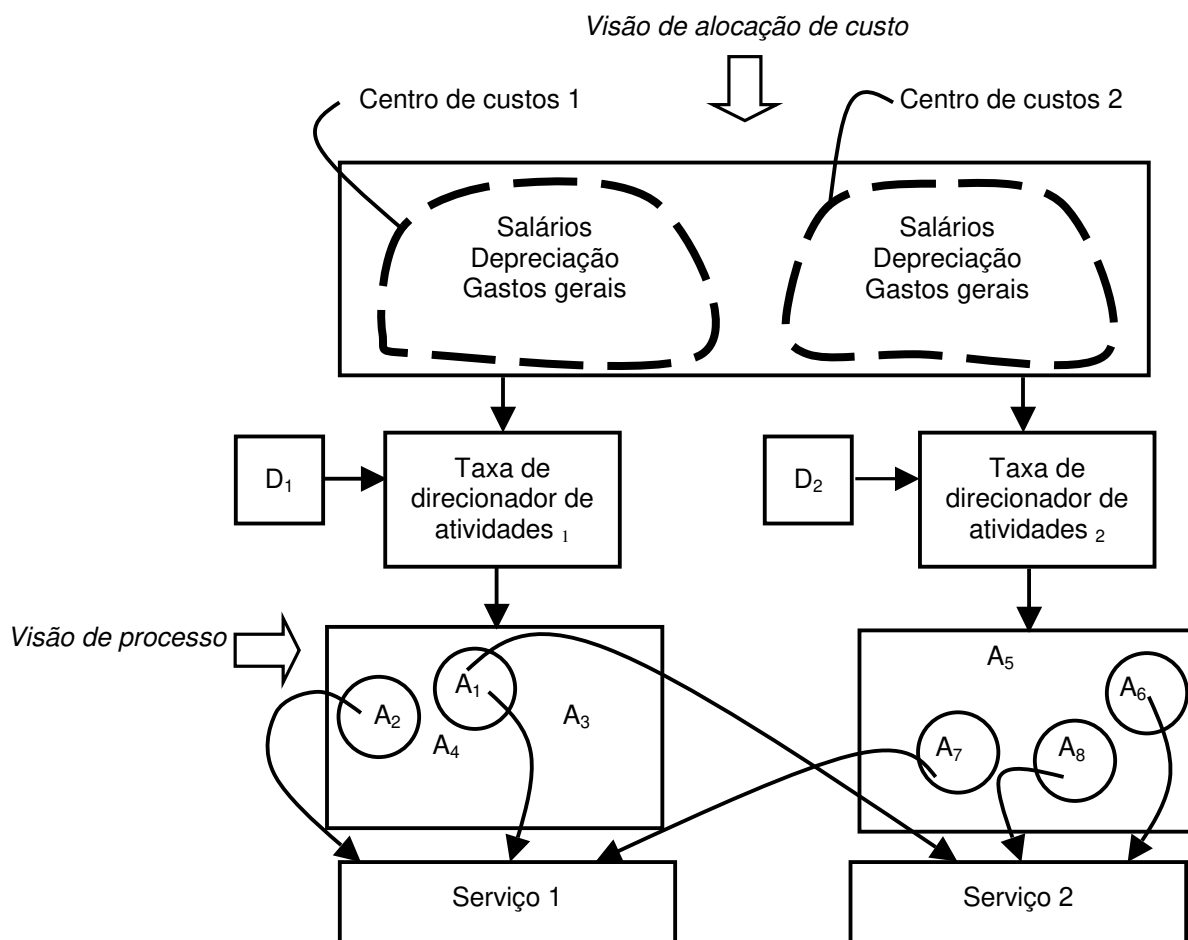


Figura 1.1 – Custeio Baseado em Atividades – modificado de (Turney, 1991). Os custos dos centros de custos 1 e 2, tais como salários, custos de depreciação e gastos gerais, são alocados aos serviços prestados por meio das atividades do processo. Deste modo, os custos das atividades são calculados previamente multiplicando-se o tempo médio para realizar cada atividade pela taxa de direcionador de atividades. As taxas de direcionadores de atividades 1 e 2 dependem do centro de custos no qual as atividades são realizadas. A divisão dos custos dos centros de custos de serviços 1 pelo direcionador de atividades 1 (D_1) resulta na taxa de direcionador de atividades 1. O cálculo da taxa de direcionador de atividades 2 é similar ao cálculo da taxa de direcionador de atividades 1. O custo do serviço varia de acordo com as atividades realizadas para prestar o serviço. Assim, os custos dos serviços 1 e 2 resultam do somatório de custos das atividades feitas nos dois centros de custos de serviços. Deste modo, o custo do serviço 1 é igual ao somatório dos custos das atividades 1, 2 e 7, e o custo do serviço 2 corresponde ao somatório dos custos das atividades 1, 6 e 8. A visão de alocação de custo corresponde ao cálculo dos custos dos centros de custos, das atividades e dos serviços. A visão de processo refere-se à representação dos serviços por meio das atividades necessárias para realizá-lo.

Processo é o agrupamento das atividades realizadas nos centros de custos de serviço. Portanto, a visão de processo do ABC informa qual é o conjunto de atividades ($A_1...A_8$) realizadas em cada um dos centros de custos serviços e como essas atividades de cada centro de custos são integradas para prestar o serviço, e quais são os direcionadores de atividades (D_1 e D_2), que são utilizados para alocar os custos

aos serviços. Cada direcionador de atividades é uma função que seleciona as atividades feitas em um centro de custos de serviço, cujo valor é o somatório do tempo das atividades dos centros de custos (Kaplan, 1998). A visão de processo é relacionada ao gerenciamento do processo (Börjesson, 1994), dado que um sistema de custeio deve indicar oportunidades de melhoria do processo (Martins, 2001).

Na visão de alocação de custo os tipos de gastos dos centros de custos são alocados ao serviço por meio de cada atividade necessária à prestação desse serviço. A taxa de direcionador de atividades é a taxa de alocação dos gastos efetuados no centro de custos de serviços a cada uma de suas atividades, a qual é utilizada para calcular o custo de cada atividade. Os custos das atividades são atribuídos ao serviço com base na sua demanda por atividades.

1.2 CENTRO DE ENGENHARIA BIOMÉDICA

O Centro de Engenharia Biomédica (CEB) da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), localizada no estado de São Paulo, Brasil, gerencia e realiza a manutenção dos equipamentos médico-assistenciais da área de saúde da UNICAMP, a qual é formada pelo Centro de Hematologia e Hemoterapia (Hemocentro), pelo Centro de Diagnóstico de Doenças do Aparelho Digestivo (Gastrocentro), pelo Centro de Atenção Integral à Saúde da Mulher (CAISM), entre outros centros, pela Faculdade de Ciências Médicas (FCM) e pelo Hospital das Clínicas (HC). O inventário de equipamentos médico-assistenciais da universidade totaliza cerca de 10.000 equipamentos. A figura 1.2 apresenta a estrutura organizacional do CEB.

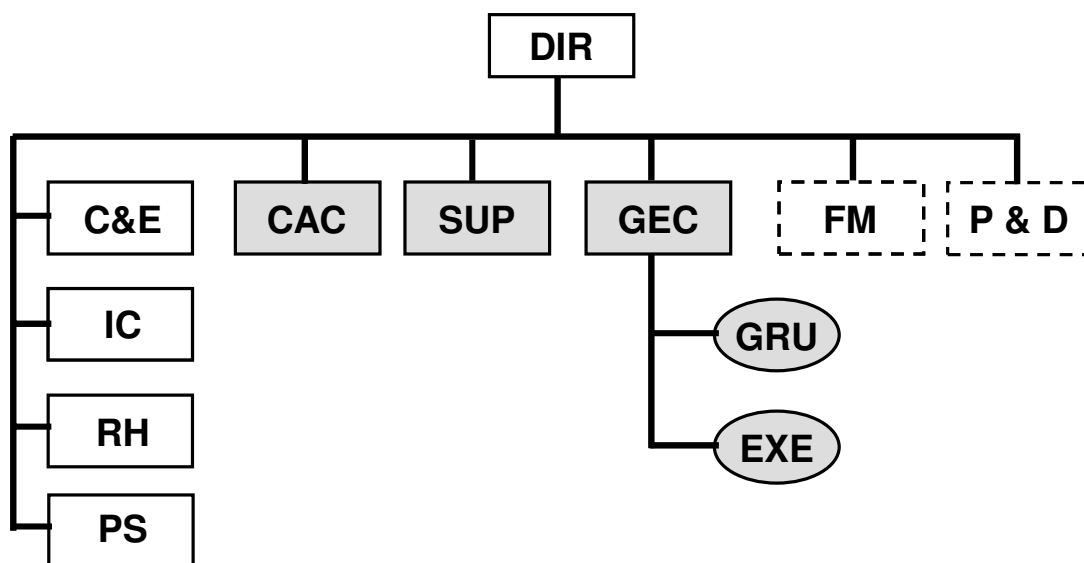


Figura 1.2 – Organograma do Centro de Engenharia Biomédica (CEB). Os centros de custos de suporte são: Diretoria (DIR), Contratos e Especificação (C&E), Informação e Computação – Informática e Biblioteca (IC), Recursos Humanos (RH) e Protocolo e Serviços (PS). Os centros de custos de serviços são: Central de Atendimento ao Cliente (CAC), Suprimentos – Compras e Almoxarifado (SUP), Gerência de Engenharia Clínica (GEC), Engenheiros (GRU) e Técnicos e Engenheiros (EXE). Como os setores de Física Médica (FM) e Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) não estão representados no diagrama de estados do processo de manutenção feito no CEB, os custos desses centros de custos não são considerados no modelo ABC aplicado ao CEB. Entretanto, o número de pessoas desses setores é considerado no cálculo do número de pessoas total do CEB, o qual é base de alocação de alguns tipos de custos para os centros de custos.

Os centros de custos do CEB foram classificados em:

- centros de custos de serviços, os quais são os setores englobados no processo de manutenção, e por isso, são responsáveis pela realização dos procedimentos referentes aos estados das ordens de serviço: Suprimentos – Compras e Almoxarifado (SUP), Central de Atendimento ao Cliente (CAC), Gerência de Engenharia Clínica (GEC), Engenheiros (GRU), e Técnicos e Engenheiros (EXE). Os grupos de manutenção são definidos de acordo com a classe dos equipamentos médico-assistenciais, os quais são: imagem médica (IMA), laboratório (LAB), diagnóstico (DIA) e mecânica (MEC). As atividades feitas nos setores de Física Médica (FM) e Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) não estão no diagrama de estados que representa o processo de manutenção de equipamentos médico-assistenciais, por isso os custos desses setores não são considerados no modelo ABC aplicado ao CEB.
- centros de custos de suporte, os quais correspondem à diretoria e aos setores que apóiam os

centros de custos de serviços: Diretoria (DIR), Protocolo e Serviços (PS), Recursos Humanos (RH), Informação e Computação – Informática e Biblioteca (IC) e Contratos e Especificação (C&E).

1.2.1 Diagrama de estados

O serviço de manutenção do CEB é gerenciado com base em um diagrama de estados (Bassani et al, 2002). A figura 1.3 ilustra o processo de manutenção representado por meio do diagrama de estados.

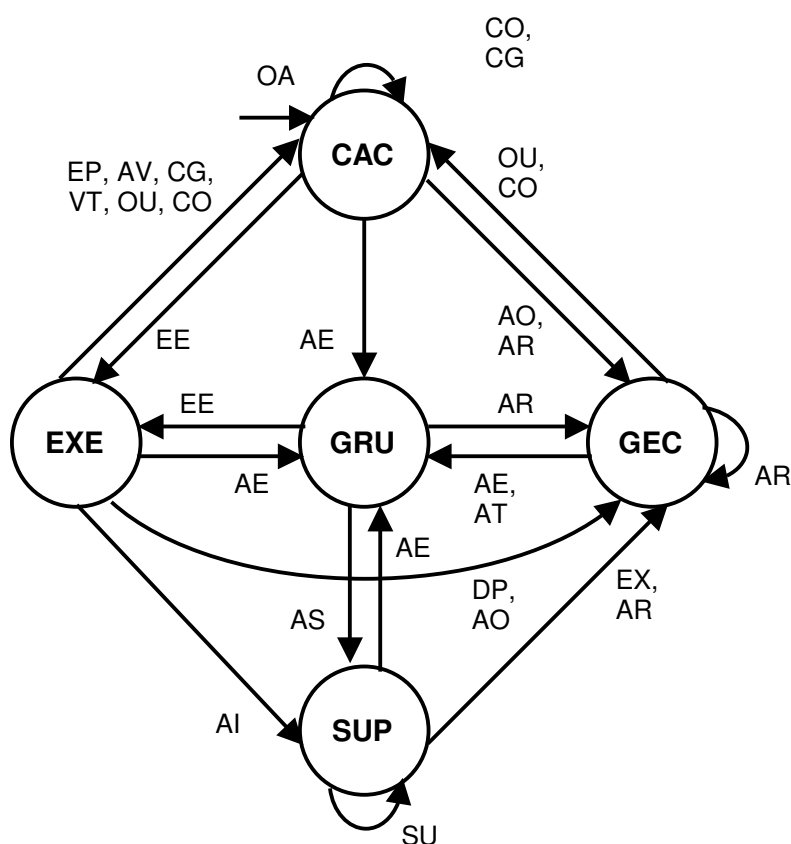


Figura 1.3 – Diagrama de estados para gerenciamento do processo de manutenção de equipamentos médico-assistenciais do CEB/UNICAMP – modificado de (Bassani, 2002). Os centros de custos de serviços, nos quais são realizadas as atividades são: CAC, SUP, EXE, GRU e GEC. Os códigos são os possíveis estados das ordens de serviço. As pontas das setas indicam os centros de custos responsáveis por realizar os microprocessos definidos por cada código e por ativar o próximo estado, o que pode transferir para outro centro de custos a responsabilidade pela realização do microprocesso referente a esse atual estado da ordem de serviço.

No diagrama de estados, cada código representa um microprocesso, o qual indica um estado específico da ordem de serviço de manutenção para correção da(s) falha(s) apresentada(s) pelo equipamento. Cada centro de custos de serviços é responsável por realizar o microprocesso relativo ao estado atual da ordem de serviço, e em seguida, ativar o próximo estado. A tabela 1.1 apresenta a definição dos possíveis estados da ordem de serviço.

Tabela 1.1 – Definição dos possíveis estados das ordens de serviço.

estado	definição
OA	ordem de serviço é aberta
AE	ordem de serviço aguarda execução
AV	EXE aguarda equipamento ser entregue no CEB
EE	em execução
AI	aquisição interna de peças de reposição
DP	proposta de desativação do equipamento
AO	aguarda orçamento
CG	conserto em garantia
VT	visita técnica (contratos)
EP	equipamento pronto
AR	equipamento aguarda retirada por empresa terceirizada
AT	GRU aguarda autorização de SUP
AS	orçamento autorizado por SUP
EX	ordem de serviço é realizada por empresa terceirizada
SU	compra é feita pela unidade da área médica
OU	decisão administrativa de nível superior é necessária para continuar
CO	ordem de serviço é concluída

O CEB possui um sistema informatizado para acompanhamento e registro da evolução histórica de cada ordem de serviço. Nesse sistema, além do registro da sequência de microprocessos ativados (trajetórias) e de todos os lançamentos (informação administrativa registrada durante o tempo em que um determinado microprocesso é ativado) são também registradas as informações sobre a manutenção realizada. Ao longo do processo todos tempos (datas e horas) referentes às mudanças de estados são armazenadas para análise posterior. Por exemplo: OA AE EE EP CO é uma trajetória correspondente a abertura, execução e conclusão de uma ordem de serviço típica. Cada transição tem um significado específico e preciso. A tabela 1.2 apresenta algumas transições ocorridas em trajetórias, incluindo as

existentes na trajetória apresentada acima.

Tabela 1.2 – Significado de algumas transições ocorridas em trajetórias.

transição	significado
OA-AE	ordem de serviço vai para a lista de espera
AE-EE	a manutenção é iniciada
EE-EP	manutenção é feita na oficina do CEB
EE-CO	manutenção é feita e concluída em campo
EE-AV	cliente é solicitado a enviar o equipamento para o CEB
AV-AE	ordem de serviço é realocada ao engenheiro após chegada do equipamento no CEB
EP-CO	ordem de serviço é concluída e aceita pelo cliente

No presente trabalho, o sistema CEB de gerenciamento é utilizado para extrair o tempo médio de cada transição, e o método ABC é usado para tornar equivalentes transições e atividades, determinar os custos médios de cada transição em função da taxa de direcionadores de atividades e do tempo médio das transições e usar as trajetórias para atribuir custos às ordens de serviço referentes ao serviços de manutenção corretiva dos equipamentos da área de saúde da UNICAMP (Rocha e Bassani, 2002 a; Rocha e Bassani, 2002 b; Rocha e Bassani, 2002 c; Rocha e Bassani, 2004). Essas trajetórias são usadas também neste trabalho para ligar o sistema de custeio ao sistema de suporte de decisão, com a finalidade de fornecer informação que apóie o gerenciamento da manutenção de equipamentos médico-assistenciais da área de saúde da UNICAMP (Rocha et al, 2005).

CAPÍTULO 2: OBJETIVOS

São os objetivos deste trabalho:

2.1 OBJETIVO GERAL

Apresentar a capacidade de integrar o método ABC e o sistema utilizado pelo CEB para gerenciar o serviço de manutenção de equipamentos médico-assistenciais.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Propor um modelo de cálculo de custos aplicado ao processo de manutenção;
- calcular o custo da ordem de serviço de manutenção;
- exercitar o gerenciamento dos custos referentes ao processo de manutenção.

CAPÍTULO 3: METODOLOGIA

A figura 3.1 apresenta o modo de utilização dos dados coletados do diagrama de estados para criar o modelo o ABC e exercitar o ABM. No ABC, os custos e os lucros por ordem de serviço foram calculados, e no ABM, as propostas de modificações no processo foram exercitadas a fim de aumentar o lucro total em cada ano. Para avaliar os custos e os lucros resultantes da implementação dessas mudanças, são apresentadas as simulações feitas das possíveis estratégias de aumento de lucro total.

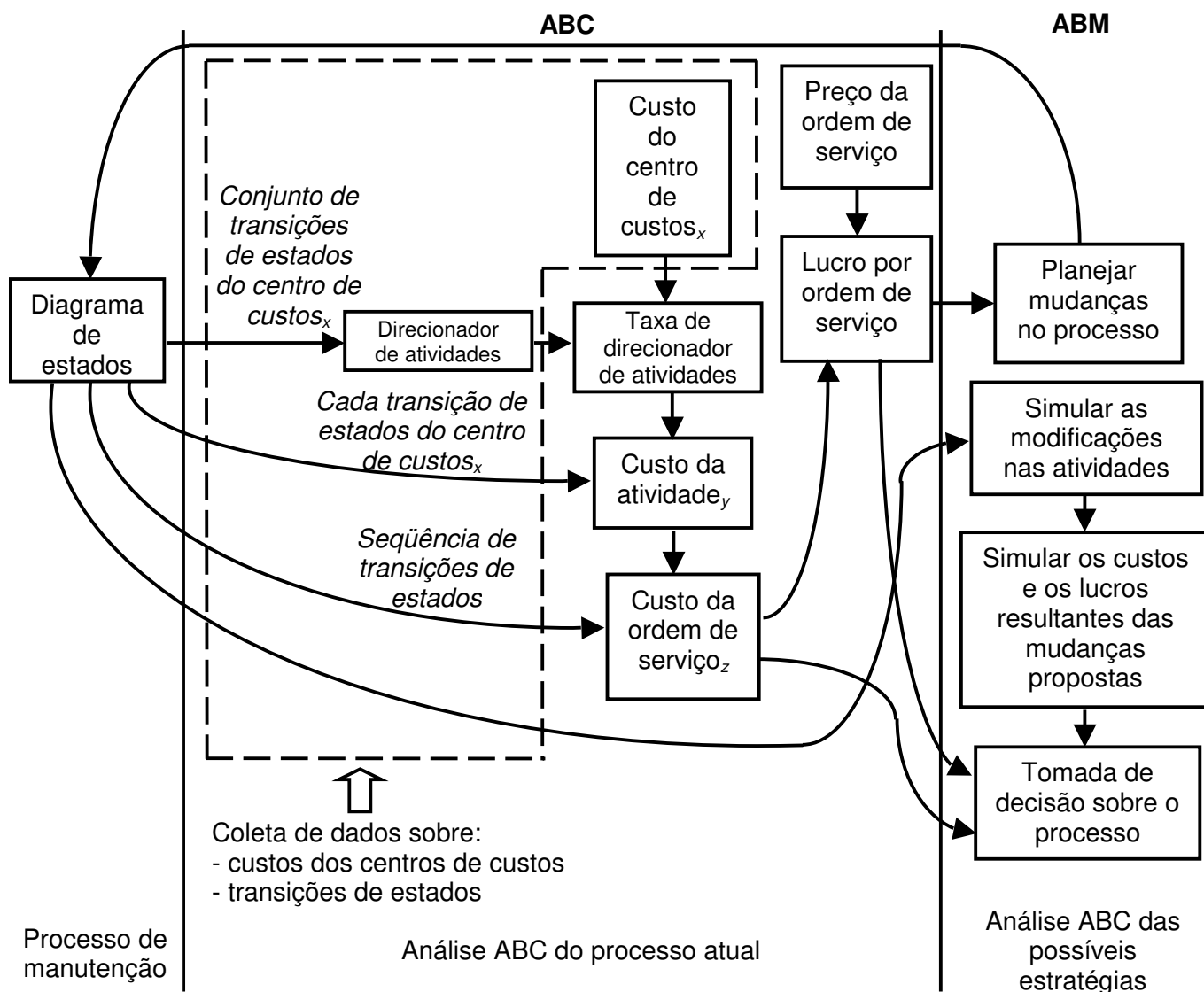


Figura 3.1 – Integração do diagrama de estados, do ABC e do ABM para calcular os custos e os lucros por ordem de serviço referentes ao processo atual de manutenção de equipamentos médico-assistenciais e às simulações de modificações nesse processo propostas a fim de aumentar o lucro total. Do diagrama de estados foram extraídos: - as atividades_y do processo, no qual y é cada transição de estados; - o direcionador de atividades que é o tempo médio para realizar cada tipo de transição de estado multiplicado pelo número de ocorrências de transições de estados que são realizadas no centro de custos_x, sendo que x é igual a: CAC, SUP, EXE, GRU e GEC; - as ordens de serviço_z, sendo z cada uma das seqüências de transições de estados realizadas entre o início e a conclusão de uma ordem de serviço. Além dos dados do diagrama de estados, a elaboração do modelo ABC requer a coleta de dados sobre custos de cada centro de custos. A partir dos dados coletados, são calculados a taxa de direcionador de atividades por centro de custo, os custos das atividades, e os custos e lucros por tipo de ordem de serviço. No ABM, os resultados do modelo ABC são os dados utilizados para exercitar o gerenciamento do processo. Por isso, o planejamento de modificações no diagrama de estados é feito apoiado nesses resultados. As mudanças propostas são usadas para simular os valores de direcionadores de atividades, de taxas de direcionadores de atividades, de custos das atividades e de custos e lucros das ordens de serviço. A análise dos resultados reais e das simulações é a base das propostas de estratégias que produzam o aumento do lucro total do processo.

A parte tracejada da figura 3.1 representa os tipos de dados que são coletados: os custos do centro de custos_x do CEB, sendo *x* igual a CAC, SUP, EXE, GRU e GEC, e os dados extraídos do diagrama de estados, tais como: a atividade_y, sendo *y* cada uma das transições de estados realizadas no centro de custos_x; os direcionadores de atividades, os quais correspondem ao tempo total demandado por todas atividades feitas em cada centro de custos; e os tipos de ordens de serviço_z, nos quais *z* varia conforme cada sequência de transições de estados registrada entre os estados OA e CO. A partir dos dados coletados, o conceito do ABC foi aplicado para calcular os valores da taxa de direcionador de atividades de cada centro de custos, os custos das atividades e os custos das ordens de serviço do processo de manutenção de equipamentos médico-assistenciais. Além disso, o lucro por ordem de serviço e o lucro total do processo (Martins, 2001) foram estimados por meio de (1) e (2).

$$\text{lucro}_z = \text{preço} - \text{custo da ordem de serviço}_z \quad (1)$$

$$\text{lucro total} = \sum \text{quantidade de ordem de serviço}_z \times \text{lucro}_z \quad (2)$$

O lucro por ordem de serviço é o indicador usado para planejar mudanças no processo de acordo com o conceito de ABM. Deste modo, quaisquer modificações a serem feitas no processo de manutenção são baseadas nos resultados sobre lucros por ordem de serviço e visam o aumento do lucro total. Como essas mudanças no processo atual implicam em modificações no diagrama de estados, antes de implementar essas mudanças no diagrama de estados no ABM, as modificações nas atividades no diagrama de estados são simuladas. Portanto, para cada mudança a ser exercitada, são simulados os novos tipos de atividades, os direcionadores de atividades e as novas ordens de serviço. A partir dessas simulações, utilizando-se o conceito do ABC são simulados também os custos das atividades, os custos e os lucros das ordens de serviço e o lucro total resultantes de cada mudança no processo. Finalmente, a tomada de decisão em relação às possíveis estratégias para aumentar o lucro total do processo, é feita somente a partir da análise dos custos e lucros por ordem de serviço obtidos tanto para o processo real, como para as simulações.

A figura 3.2 apresenta o modelo ABC aplicado ao CEB correspondente à análise do processo atual ilustrado na figura 3.1. A criação desse modelo corresponde ao primeiro objetivo específico deste trabalho. Inicialmente, os gastos anuais dos centros de custos de suporte e de serviços são calculados. Em seguida, os gastos dos centros de custos de suporte são alocados aos centros de custos de serviços

(Martins, 2001; Brem, 2000). Além disso, é calculado o direcionador de atividades (D) de cada centro de custos, que é o tempo total necessário para fazer todas as atividades do centro de custos. A divisão do custo total do centro de custos de serviços pelo direcionador de atividades desse mesmo centro de custos resulta na taxa de direcionador de atividades (TD), a qual multiplicada pelo tempo médio para realizar a atividade é igual ao custo da atividade. Os custos das atividades são alocados às ordens de serviço conforme os tipos de ordens de serviço.

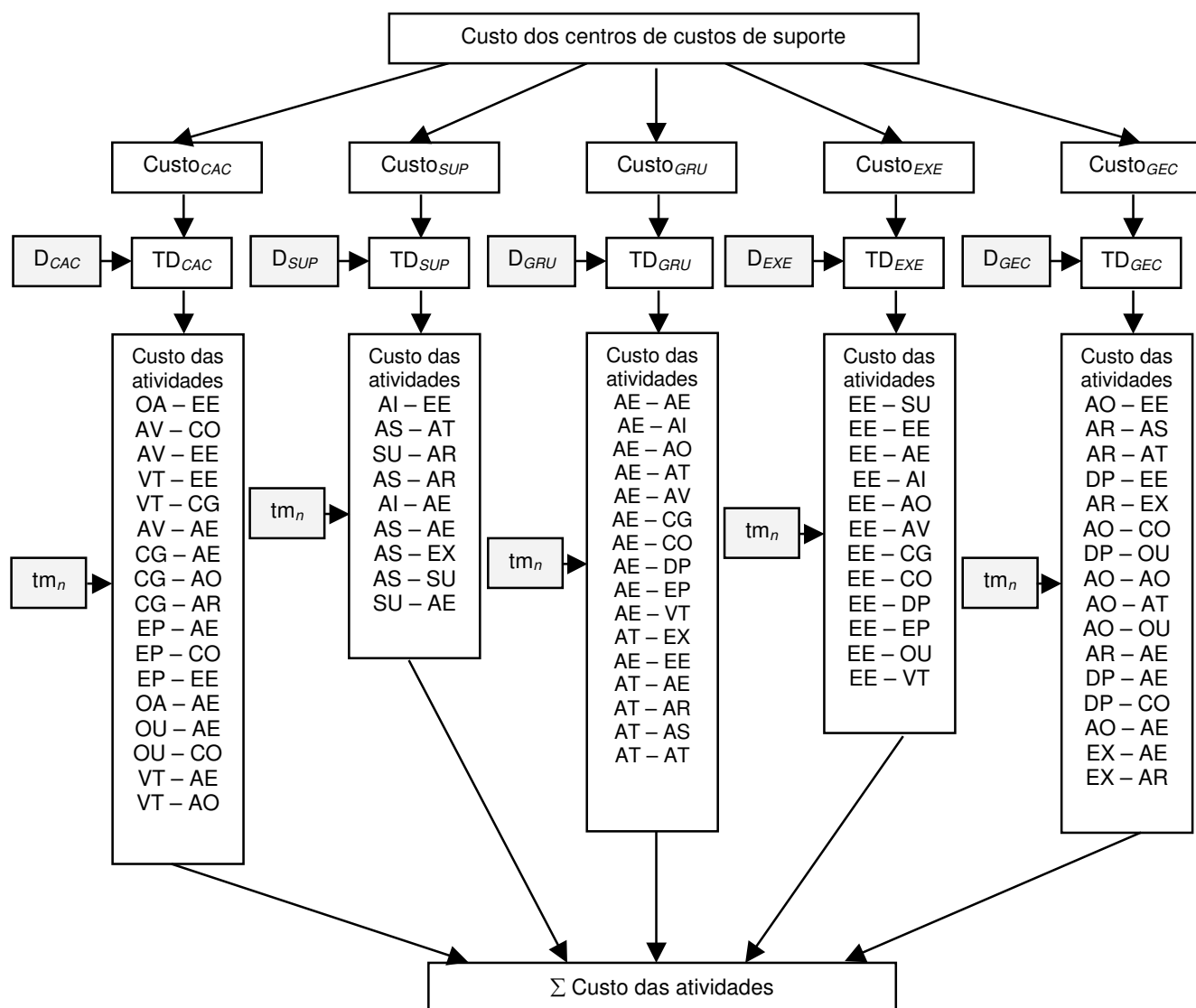


Figura 3.2 – Modelo ABC aplicado ao processo real de manutenção de equipamentos médico-assistenciais feito no CEB/UNICAMP nos anos 2001, 2002 e 2003 – modificado de (Rocha e Bassani, 2002 c). A estrutura do processo de manutenção é dinâmica, ou seja, em cada ano, os estados podem ser retirados ou acrescentados ao diagrama de estados que representa o processo de manutenção. O direcionador de atividades (D) do centro de custos é o tempo total necessário para fazer todas as atividades (transições de estados) desse centro de custos. O custo anual do centro de custos de serviços, acrescido de uma porcentagem do custo anual dos centros de custos de suporte, dividido pelo direcionador de atividades resulta na taxa de direcionamento de atividades (TD). A multiplicação do tempo médio (tm_n), sendo n cada atividade, por TD do centro de custos, no qual a atividade é feita, resulta no custo da atividade. O somatório dos custos das atividades para cada sequência de transições de estados entre OA e CO corresponde ao custo da ordem de serviço.

Atualmente as ordens de serviço feitas no CEB não são comercializadas. No entanto, a metodologia de cálculo dos custo e lucro por ordem de serviço apresentada nas figuras 3.1 e 3.2 possibilitou fazer os exercícios de gerenciamento baseado em atividades, supondo que as ordens de

serviço tivessem sido vendidas entre 2001 e 2003. Compreende-se que o serviço público não é para visar o lucro, o que não significa que não tem que ter excedente. Por esse motivo, a metodologia apresentada neste trabalho busca mostrar que o serviço público de manutenção de equipamentos médico-assistenciais pode ser feito de uma forma viável economicamente, ou seja, esse serviço pode ser feito com eficiência. Em termos privados isto significa gerar retorno sobre o capital investido, isto é, gerar lucro. Conseqüentemente, neste trabalho realizado no setor público, o conceito de lucro é usado para indicar o excedente.

3.1 CUSTOS DOS CENTROS DE CUSTOS

Os custos anuais dos centros de custos de suporte e de serviços descritos a seguir foram calculados por meio de dados coletados nos setores do CEB no período de 2001 a 2003.

- Custo de pessoal

É o custo anual de salários de funcionários e estagiários. Os salários dos funcionários incluem encargos sociais referentes a seguro, FGTS, obrigações patronais, décimo terceiro salário e remuneração do período de férias. Os salários foram calculados usando (3), a partir dos dados sobre função, número de pessoas e salário médio mensal, os quais foram fornecidos pelo setor de RH.

$$\begin{aligned} \text{salário} = & \text{número de funcionários} \times \text{salário médio mensal} \times \left(13 + \frac{1}{3}\right) + \\ & + \text{número de estagiários} \times \text{salário médio mensal} \times 12 \end{aligned} \quad (3)$$

- Custo de depreciação da edificação

Com base no Anexo II da Instrução Normativa nº 162 da Secretaria da Receita Federal datada de 31 de dezembro de 1998, o qual determina que o custo de depreciação da edificação equivale a 4% do preço da área construída, o custo de depreciação da edificação foi calculado usando (4). O setor de PS forneceu o custo do m² e a área de cada centro de custos.

$$\text{custo de depreciação} = 0,04 \times \text{custo do m}^2 \times \text{área} \quad (4)$$

- Custo de limpeza do edifício

É o custo anual da terceirização do serviço de limpeza do edifício do CEB, o qual é alocado aos centros de custos com base na área ocupada pelos mesmos. O custo de limpeza foi calculado usando (5), sendo que os valores da área dos centros de custos, do custo mensal do contrato de limpeza e da área total do CEB foram fornecidos pelo setor de PS.

$$\text{custo de limpeza} = \text{área} \times \frac{\text{custo mensal do contrato} \times 12}{\text{área CEB}} \quad (5)$$

- Custo de água

É o custo anual da conta de água, o qual é alocado aos centros de custos com base no número de pessoas. O setor de PS forneceu o valor da conta, para calcular o custo de água usando (6).

$$\text{custo água} = \sum \text{valor da conta} \times \frac{\text{número de pessoas}}{\text{número total de pessoas CEB}} \quad (6)$$

- Custo de treinamento

É o gasto anual com inscrição, transporte e diárias para participar em eventos referentes à atualização profissional de pessoal, que foi fornecido pelo setor de RH.

- Custo de documentação técnica

É o custo anual de aquisição de livros, periódicos, normas técnicas e manuais, que foi informado pelo setor de SUP.

- Custo de reprografia

É o custo anual com fotocópias. Nos anos de 2001 e 2002, o custo de reprografia foi alocado aos centros de custos com base no número de cópias feitas para cada centro de custos usando (7), sendo que o custo do contrato xerox e o número mensal de cópias foram fornecidos respectivamente pelo setor de SUP e pela Biblioteca. No ano 2003, foi introduzido um modo novo de calcular o custo de reprografia, usando (8), sendo que a Biblioteca informa o custo mensal da cópia e o número mensal de cópias.

$$\text{custo reprografia} = \sum \text{custo do contrato xerox} \times \frac{\sum \text{número mensal de cópias}}{\text{número total de cópias CEB}} \quad (7)$$

$$\text{custo reprografia} = \text{custo da cópia} \times \sum \text{número mensal de cópias} \quad (8)$$

- Gastos gerais

Os gastos gerais classificam-se em:

- custo de telefone. É o custo referente às chamadas telefônicas feitas a serviço e engloba os custos das contas da linha direta, dos ramais e de fax;
- custo de alimentação. É o gasto com café, açúcar, etc;
- custo de gás. É o custo com GLP (gás liquefeito de petróleo);
- custo de material de Almoxarifado Central. É o custo dos materiais fornecidos pelo Almoxarifado Central da UNICAMP, por exemplo, papel para impressora e fax, toalha de papel, papel higiênico, lâmpadas, material de escritório, etc;
- custo de material de escritório. É o gasto com material de escritório que não está disponível no Almoxarifado Central;
- custo de serviços gerais. É o gasto com serviços prestados por terceiros, por exemplo, cópias de chaves, revelação de filmes, etc;
- custo de consumo geral. É o gasto com materiais usados na manutenção do edifício do CEB, por exemplo, tinta;
- custo do Centro de Manutenção de Equipamentos (CEMEQ). É o custo com serviços de manutenção de equipamentos prestados pelo CEMEQ, exceto a manutenção de equipamentos médico-assistenciais;
- custo de correio. É o gasto com o envio de correspondências;
- custo de material gerencial. É o custo de material que é considerado permanente, por exemplo, grampeador, tesoura, etc;
- custo da manutenção do CEB. É o gasto com obras, por exemplo, manutenção de portas, torneiras, reformas, etc.

O gastos gerais, que foram fornecidos pelo setor de SUP, foram alocados aos centros de custos com base no número de pessoas. Estimou-se cada tipo de gasto geral usando (9).

$$\text{gasto geral} = \sum \text{gasto geral mensal} \times \frac{\text{número de pessoas}}{\text{número total de pessoas CEB}} \quad (9)$$

Sabe-se que o critério de alocação apresentado acima (número de pessoas) tem um grau de arbitrariedade, pois os gastos gerais não variam de acordo com o número de pessoas. No entanto, à medida que o modelo ABC for se aperfeiçoando, vai se aperfeiçoar o critério de alocação também.

- Custo de telefone

No item anterior, o custo de telefone foi alocado com base no número de pessoas durante 2001 e 2002. No entanto, devido ao aperfeiçoamento do trabalho, no ano de 2003, o custo de telefone foi alocado com base no número de chamadas feitas nos centros de custos. Por isso, em 2003, o custo de telefone foi calculado a partir dos dados que foram fornecidos pelo setor de PS, usando (10).

$$\begin{aligned} \text{custo total de telefone por centro de custos} = & \sum \text{valor mensal da conta linha direta} + \\ & + \sum \text{custo mensal dos ramais} + \\ & + \sum \text{valor mensal da conta fax} \times \frac{\sum \text{número mensal de documentos}}{\text{número de documentos para o CEB}} \end{aligned} \quad (10)$$

- Custo de depreciação dos bens do CEB

Os custos de depreciação de ferramentas, equipamentos de informática, ventiladores, aparelhos de ar-condicionado, móveis, instrumentos para medida ou controle de grandezas elétricas, tornos e máquinas-ferramentas foram estimados com base no Anexo I da Instrução Normativa nº 162 da Secretaria da Receita Federal. Esse anexo determina que o custo de depreciação de ferramentas, computadores e impressoras equivale a 20% do preço de aquisição desses bens, e que o custo de depreciação de ventiladores, aparelhos de ar-condicionado, móveis, instrumentos para medida ou controle de grandezas elétricas, tornos e máquinas-ferramentas equivale a 10% do preço de aquisição desses bens. Para cada centro de custos, o custo de depreciação de ferramentas, computadores e impressoras foi calculado usando (11), e o custo de depreciação de ventiladores, aparelhos de ar-condicionado, móveis, instrumentos para medida ou controle de grandezas elétricas, tornos e máquinas-ferramentas foi calculado usando (12).

$$\begin{aligned} \text{custo de depreciação} = & 0,2 \times \sum (\text{custo de aquisição em real} \times \text{quantidade} + \\ & + \text{custo de aquisição em dólar} \times \text{taxa de conversão} \times \text{quantidade}) \end{aligned} \quad (11)$$

$$\text{custo de depreciação} = 0,1 \times \sum (\text{custo de aquisição em real} \times \text{quantidade} + \text{custo de aquisição em dólar} \times \text{taxa de conversão} \times \text{quantidade}) \quad (12)$$

O custo de aquisição em real do bem usado em (11) e (12) corresponde ao custo de aquisição no ano que se inicia o cálculo do custo de depreciação, mas esse custo de aquisição não é atualizado ano a ano. Ao contrário, o custo de aquisição em dólar após ter sido convertido para real é atualizado, devido à variação anual da taxa de conversão de dólar para real.

- Custo de seguro

É o prêmio do seguro dos bens e da área construída dos centros de custos. O prêmio referente ao valor segurado por centro de custos foi estimado usando (13), sendo que o setor de PS forneceu os dados sobre a apólice de seguro da UNICAMP.

$$\text{prêmio} = \frac{\text{prêmio UNICAMP}}{\text{valor total em risco}} \times (\text{custo da edificação} + \text{custo total de aquisição de ferramentas} + \text{custo total de aquisição de equipamentos de informática} + \text{custo total de aquisição de ventiladores e aparelhos de ar-condicionado} + \text{custo total de aquisição de móveis} + \text{custo total de aquisição de instrumentos} + \text{custo total de aquisição de tornos e máquinas-ferramentas}) \quad (13)$$

- Custo de energia elétrica

Considerando-se que um mês tem 20 dias úteis e que um ano tem 12 meses, o custo anual de energia elétrica por centro de custos foi estimado usando (14), a partir da tarifa do kWh da UNICAMP, que o setor de PS informou.

$$\text{custo de energia elétrica} = \text{tarifa do kWh} \times \sum \left(\frac{\text{potência} \times \text{tempo de uso diário} \times 20 \times 12}{1000} \times \text{quantidade} \right) \quad (14)$$

Os gastos anuais dos centros de custos de suporte e de serviços foram agrupados em:

- custo de pessoal;
- custos de depreciação da edificação e custos de depreciação dos bens do CEB;
- gastos gerais, custo de seguro e custo de energia elétrica.

Em seguida, esses custos foram classificados de acordo com a classificação de custos apresentada na seção 1.1.

- custo de pessoal: custo fixo e custo direto;
- custos de depreciação: custos fixos e custos indiretos;
- gastos gerais: custos fixos e custos indiretos.

Além dos grupos de custos apresentados acima, tem-se também o custo de peça de reposição, o qual é custo variável e custo direto. No entanto, os custos de peças de reposição não foram coletados durante o período deste trabalho.

3.2 ALOCAÇÃO DOS CUSTOS DOS CENTROS DE CUSTOS DE SUPORTE AOS CENTROS DE CUSTOS DE SERVIÇOS

Em cada ano, a alocação dos custos totais dos centros de custos de suporte aos centros de custos de serviços foi feita usando a taxa de alocação representada por (15). Em seguida, o custo total de cada centro de custos de serviços foi estimada usando (16).

$$\text{taxa de alocação} = \frac{\sum_{i=\text{salário} \dots \text{energia elétrica} \quad j=\text{PS} \dots \text{DIR}} \text{custos (i, j)}}{\text{n}^\circ \text{ total de pessoas do CEB} - \text{n}^\circ \text{ total de pessoas dos centros de custos de suporte}} \quad (15)$$

$$\text{custo total do centro de custos de serviços} = \sum_{i=\text{salário} \dots \text{energia elétrica}} \text{custos (i)} + \text{taxa de alocação} \times \text{n}^\circ \text{ de pessoas do centro de custos de serviços} \quad (16)$$

3.3 DIRECIONADORES DE ATIVIDADES

O direcionador de atividades do centro de custos de serviços é o tempo total necessário para realizar todas transições de estados em cada ano. O direcionador de atividades (D) de cada centro de custos foi calculado usando (17), a partir dos dados sobre número de transições de estados por ano e tempo médio requerido em cada transição, os quais foram fornecidos pelo setor de Informática.

$$\text{direcionador de atividade} = \sum_{i=\text{transição } 1}^{\text{transição } n} \text{tempo médio} \times \text{número de transições (i)} \quad (17)$$

3.4 TAXAS DE DIRECIONADORES DE ATIVIDADES

A taxa de direcionador de atividades de cada centro de custos de serviços foi calculada usando (18).

$$\text{taxa de direcionador de atividades} = \frac{\text{custo total do centro de custos de serviços}}{\text{direcionador de atividades}} \quad (18)$$

3.5 CUSTOS DAS TRANSIÇÕES

Como cada atividade realizada no centro de custos de serviços corresponde a uma transição no diagrama de estados, o custo da atividade equivale ao custo da transição de estados. O custo de cada transição foi determinado usando (19).

$$\text{custo da transição} = \text{tempo médio} \times \text{taxa de direcionador de atividades} \quad (19)$$

3.6 CUSTOS DAS ORDENS DE SERVIÇO

O custo de cada tipo de ordem de serviço foi calculado usando (20), sendo que os custos das atividades são alocados à ordem de serviço de acordo com a seqüência de transições de estados realizadas entre a transição OA – ..., e a transição ... – CO. Utilizou-se (21) para estimar o tempo médio conforme cada seqüência de transições de estados entre o início e o término da ordem de serviço.

$$\text{custo da ordem de serviço} = \sum_{i=\text{OA} \dots \dots \text{CO}} \text{custo da transição (i)} \quad (20)$$

$$\text{tempo médio da ordem de serviço} = \sum_{i=\text{OA} \dots \dots \text{CO}} \text{tempo médio da transição (i)} \quad (21)$$

3.7 ALGORITMO DO PROGRAMA DE CÁLCULO DE PARÂMETROS DAS ORDENS DE SERVIÇO

A seguir, é apresentado o algoritmo do programa desenvolvido para cálculo de:

- custo médio, tempo médio e lucro por ordem de serviço;
- lucro total produzido pelas ordens de serviço ocorridas entre os anos 2001 e 2003.

- 1) Carregar valores de tempo médio de cada transição
- 2) Calcular valores de custo médio de cada transição, usando a equação:

$$\text{custo médio da transição} = \text{taxa do centro de custo} \times \text{tempo médio da transição}$$

- 3) Carregar preço considerado para a ordem de serviço (OS)
- 4) Verificar se a ordem de serviço contém somente transições permitidas
- 5) Calcular o tempo médio e o custo médio de todas ordens de serviço, usando as equações:

$$\text{custo médio da ordem de serviço} = \sum \text{custo médio das transições existentes na OS}$$

$$\text{tempo médio da ordem de serviço} = \sum \text{tempo médio das transições existentes na OS}$$

- 6) Calcular o lucro de cada ordem de serviço, usando a equação:

$$\text{lucro} = \text{preço} - \text{custo médio da ordem de serviço}$$

- 7) Calcular o lucro total usando a equação:

$$\text{lucro total} = \sum_{i = \text{ordem de serviço}} (\text{lucro}_i \times \text{número de ocorrências da } i\text{-ésima OS})$$

A linguagem C++ (Schildt, 1997) foi utilizada para implementar o programa com o algoritmo acima.

3.8 ENSAIO DA APLICAÇÃO DA TÉCNICA PROCESSO DE HIERARQUIA ANALÍTICA (AHP) COM O MODELO ABC/CEB PARA APOIO À TOMADA DE DECISÃO SOBRE O MELHOR SERVIÇO DE MANUTENÇÃO DE EQUIPAMENTOS MÉDICO-ASSISTENCIAIS

As figuras 3.3 e 3.4 apresentam respectivamente o modelo de custo e o modelo de desempenho que foi elaborado usando a técnica AHP com o modelo ABC/CEB e com medidas de desempenho (Angelis e Lee, 1996), com o propósito de definir a melhor modalidade de serviço de manutenção (interna ou terceirizada) para cada classe de equipamento médico-assistencial. O setor de Radiologia do Hospital das Clínicas foi escolhido, para ensaiar a aplicação desses modelos. Além disso, os modelos de custo e desempenho apresentam os tipos mais freqüentes de ordens de serviço realizadas para o setor de Radiologia durante o ano de 2003, que são:

- ordem de serviço # 1, a qual possui a seqüência de transições OA AE EE CO, ou seja, o serviço de manutenção foi feito no hospital;
- ordem de serviço # 2, que tem a seqüência de transições OA AE EE VT AE EE CO, isto é, o serviço foi feito no hospital por técnico de empresa terceirizada.

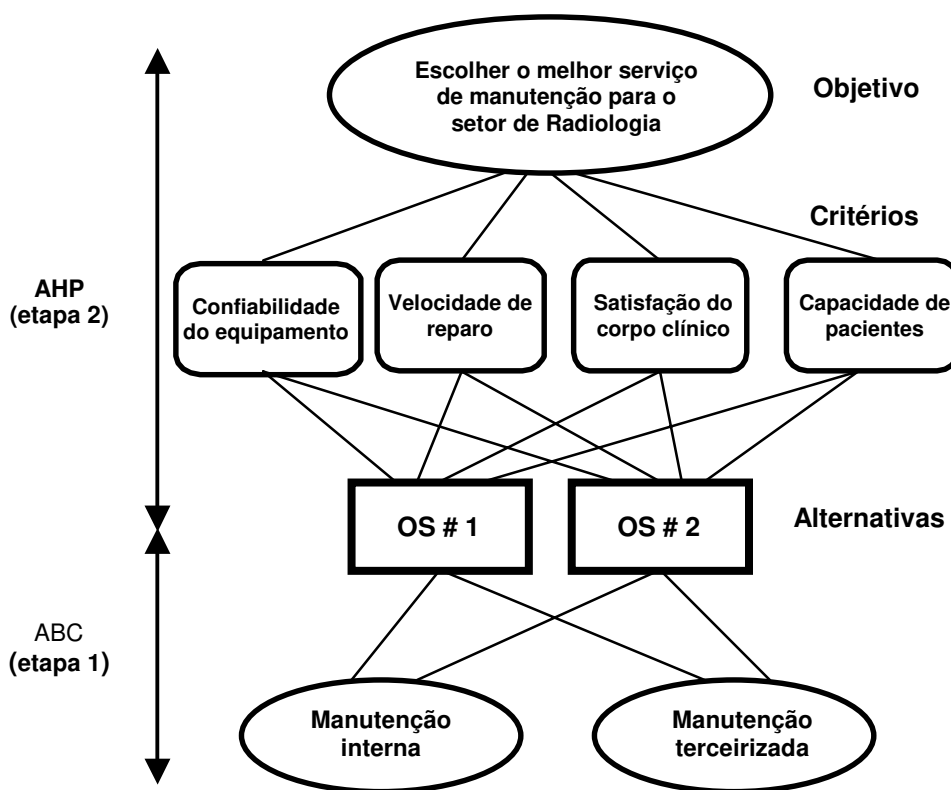


Figura 3.3 – Modelo de custo para escolher a melhor modalidade de serviço de manutenção de equipamentos médico-assistenciais. O custo de cada modalidade de manutenção foi calculado usando as seguintes etapas: etapa 1: os custos das ordens de serviço # 1 (OA AE EE CO) e # 2 (OA AE EE VT AE EE CO) do setor de Radiologia foram calculados usando o modelo ABC; etapa 2: os pesos das ordens de serviço (alternativas) em relação ao objetivo, que é selecionar o melhor serviço de manutenção para o setor de Radiologia, foram determinados com base nos critérios: confiabilidade do equipamento (tempo médio entre falhas), velocidade de reparo (tempo médio para reparo), satisfação do corpo clínico e capacidade de pacientes (número de pacientes atendidos), aplicando a técnica AHP. Esses pesos foram calculados usando o *software Expert Choice 2000* (Liberatore e Nydick, 2003).

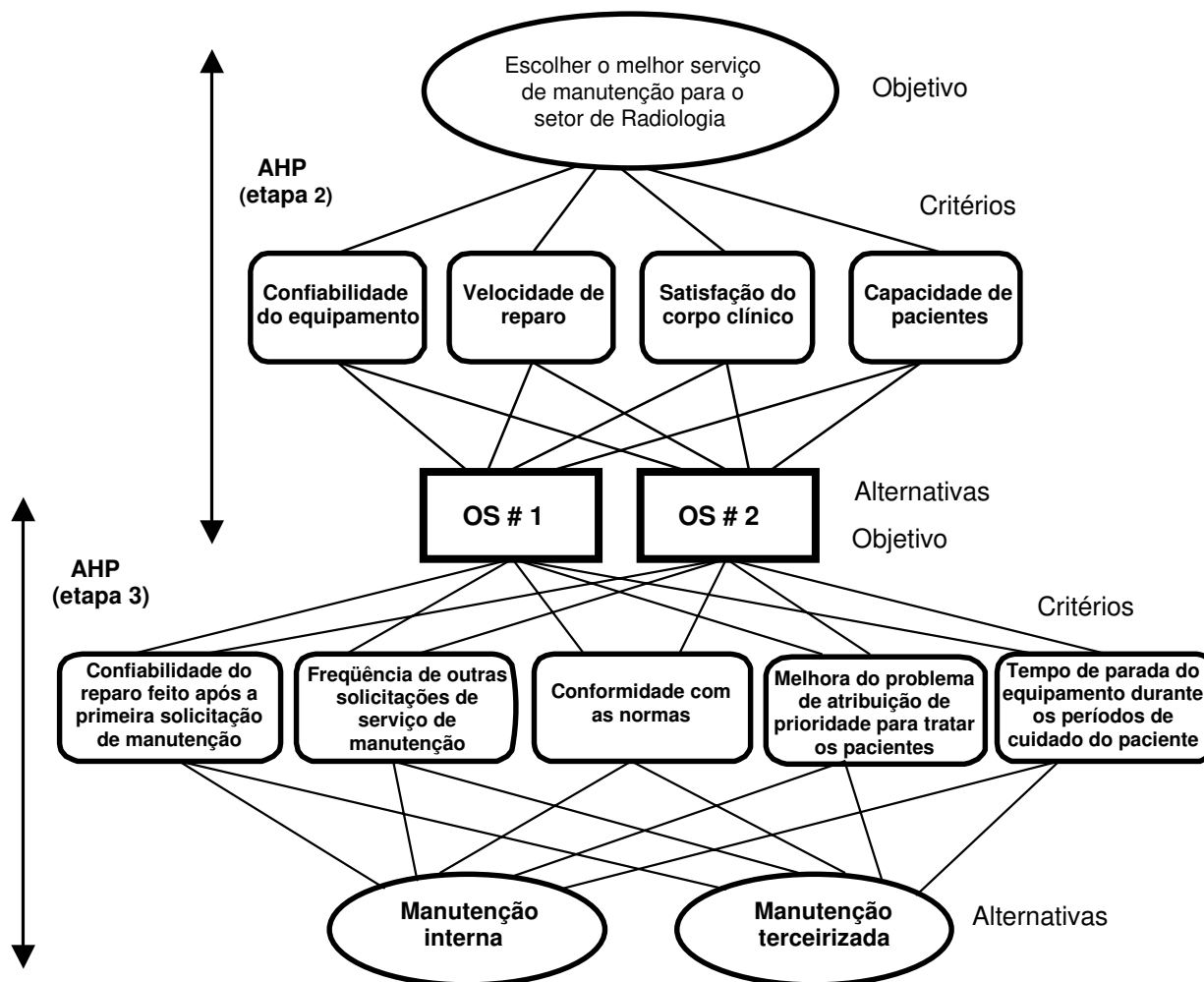


Figura 3.4 – Modelo de desempenho para escolher a melhor modalidade de serviço de manutenção de equipamentos médico-assistenciais. O desempenho de cada modalidade de manutenção foi calculado usando as seguintes etapas: etapa 2: os pesos das ordens de serviço # 1 (OA AE EE CO) e # 2 (OA AE EE VT AE EE CO) do setor de Radiologia (alternativas) em relação ao objetivo, que é selecionar o melhor serviço de manutenção para o setor de Radiologia, foram determinados com base nos critérios: confiabilidade do equipamento (tempo médio entre falhas), velocidade de reparo (tempo médio para reparo), satisfação do corpo clínico e capacidade de pacientes (número de pacientes atendidos), aplicando a técnica AHP. Esses pesos foram calculados usando o *software Expert Choice 2000*. Atenção: a etapa 2 desse modelo é idêntica à etapa 2 do modelo de custo apresentado na figura 3.3; etapa 3: os pesos dos critérios: confiabilidade do reparo feito após a primeira solicitação de manutenção (critério 1), frequência de outras solicitações de serviço de manutenção (critério 2), conformidade com as normas (critério 3), melhora do problema de atribuição de prioridade para tratar os pacientes (critério 4) e tempo de parada do equipamento durante os períodos de cuidado do paciente (critério 5), foram determinados para as ordens de serviço # 1 e # 2. Além disso, para cada tipo de ordem de serviço, foram feitas as avaliações de cada critério em relação às alternativas manutenção interna e manutenção externa. Essa etapa foi feita usando o *software Expert Choice 2000*.

Como o *software Expert Choice 2000* é a ferramenta de apoio à tomada de decisão mais usual (Liberatore e Nydick, 2003), as comparações par-a-par e/ou as avaliações necessárias para determinar os pesos nas etapas AHP dos modelos de custo e de desempenho foram implementadas por meio do *software Expert Choice 2000*.

O custo de cada modalidade de serviço de manutenção correspondente à integração das etapas 1 e 2 da figura 3.3 foi calculado usando (22).

$$\begin{aligned} \text{custo} = & \text{peso da ordem de serviço \# 1} \times \text{custo da ordem de serviço \# 1} + \\ & + \text{peso da ordem de serviço \# 2} \times \text{custo da ordem de serviço \# 2} \end{aligned} \quad (22)$$

O desempenho de cada modalidade de manutenção resultante da integração das etapas 2 e 3 da figura 3.4 foi calculado usando (23) e (24), sendo que o valor de cada critério em (23) e (24) é determinado previamente usando (25), na qual n varia de 1 a 5.

$$\begin{aligned} \text{desempenho da manutenção interna} = & \sum (\text{critério } n \times \text{avaliação do critério } n \text{ para manutenção interna} \\ & \text{para ordem de serviço \# 1}) + \\ & + \sum (\text{critério } n \times \text{avaliação do critério } n \text{ para manutenção interna} \\ & \text{para ordem de serviço \# 2}) \end{aligned} \quad (23)$$

$$\begin{aligned} \text{desempenho da manutenção terceirizada} = & \sum (\text{critério } n \times \text{avaliação do critério } n \text{ para manutenção terceirizada} \\ & \text{para ordem de serviço \# 1}) + \\ & + \sum (\text{critério } n \times \text{avaliação do critério } n \text{ para manutenção terceirizada} \\ & \text{para ordem de serviço \# 2}) \end{aligned} \quad (24)$$

$$\begin{aligned} \text{critério } n = & \text{peso da ordem de serviço \# 1} \times \text{peso do critério } n + \\ & + \text{peso da ordem de serviço \# 2} \times \text{peso do critério } n \end{aligned} \quad (25)$$

CAPÍTULO 4: RESULTADOS

4.1 CUSTOS TOTAIS DOS CENTROS DE CUSTOS DE SERVIÇOS

A tabela 4.1 apresenta os custos anuais dos centros de custos de serviços agrupados em: custo de pessoal, custos de depreciação, gastos gerais e custos alocados dos centros de custos de suporte.

Tabela 4.1 – Custos totais dos centros de custos de serviços. Anos: 2001, 2002 e 2003.

Ano 2001

centro de custos	nº de pessoas	pessoal	depreciação	gastos gerais	centros de custos de suporte	total R(\$)
SUP	5	148.977,80 73,13%	4.656,24 2,29%	5.818,62 2,86%	44.253,33 21,72%	203.705,99 100%
CAC	3	93.419,74 73,26%	4.433,30 3,48%	3.106,15 2,44%	26.552,00 20,82%	127.511,19 100%
EXE	23	545.390,34 68,26%	28.540,41 3,57%	21.545,53 2,70%	203.565,30 25,48%	799.041,58 100%
GRU	4	227.946,78 84,84%	1.642,14 0,61%	3.688,97 1,37%	35.402,66 13,18%	268.680,55 100%
GEC	3	145.113,30 82,81%	931,06 0,53%	2.646,05 1,51%	26.552,00 15,15%	175.242,41 100%

Ano 2002

centro de custos	nº de pessoas	pessoal	depreciação	gastos gerais	centros de custos de suporte	total R(\$)
SUP	5	184.176,67 77,14%	6.093,32 2,55%	5.527,54 2,32%	42.967,03 18,00%	238.764,56 100%
CAC	4	183.050,13 81,74%	2.954,40 1,32%	3.560,96 1,59%	34.373,62 15,35%	223.939,11 100%
EXE	21	536.443,76 69,29%	37.703,04 4,87%	19.568,89 2,53%	180.461,52 23,31%	774.177,21 100%
GRU	4	237.532,80 84,19%	4.490,20 1,59%	5.741,09 2,03%	34.373,62 12,18%	282.137,71 100%
GEC	3	147.186,80 83,13%	1.503,71 0,85%	2.590,33 1,46%	25.780,22 14,56%	177.061,06 100%

Ano 2003

centro de custos	nº de pessoas	pessoal	depreciação	gastos gerais	centros de custos de suporte	total R(\$)
SUP	5	205.163,33 78,35%	6.850,46 2,62%	10.389,79 3,97%	39.464,88 15,07%	261.868,46 100%
CAC	4	191.348,80 82,43%	3.436,67 1,48%	5.775,83 2,49%	31.571,90 13,60%	232.133,20 100%
EXE	23	656.600,96 72,17%	40.254,67 4,42%	31.455,55 3,46%	181.538,44 19,95%	909.849,62 100%
GRU	4	262.619,20 85,17%	6.856,00 2,22%	7.312,65 2,37%	31.571,90 10,24%	308.359,75 100%
GEC	3	210.099,60 87,31%	2.765,18 1,15%	4.105,67 1,71%	23.678,93 9,84%	240.649,38 100%

4.2 PARÂMETROS DAS ATIVIDADES FEITAS NOS CENTROS DE CUSTOS DE SERVIÇOS

A tabela 4.2 apresenta os parâmetros anuais das atividades dos centros de custos de serviços.

Tabela 4.2 – Parâmetros das atividades dos centros de custos de serviços. Anos: 2001, 2002 e 2003.

Ano 2001

centro de custos	custo (R\$)	direc. de atividades (dia)	taxa (R\$/dia)	tipos de transições	nº total de transições	nº de pessoas
SUP	203.705,99 12,94%	24.515,00	8,31	5 8,62%	964 2,49%	5 13,16%
CAC	127.511,19 8,10%	82.127,98	1,55	16 27,59%	14.313 36,98%	3 7,89%
EXE	799.041,58 50,76%	26.939,00	29,66	11 18,97%	10.909 28,19%	23 60,53%
GRU	268.680,55 17,07%	58.333,00	4,61	15 25,86%	11.452 29,59%	4 10,53%
GEC	175.242,41 11,13%	23.238,60	7,54	11 18,97%	1.065 2,75%	3 7,89%
	1.574.181,72 100%			58 100%	38.703 100%	38 100%

Ano 2002

centro de custos	custo (R\$)	direc. de atividades (dia)	taxa (R\$/dia)	tipos de transições	nº total de transições	nº de pessoas
SUP	238.764,56 14,08%	32.423,00	7,36	6 12,77%	1.039 2,43%	5 13,51%
CAC	223.939,11 13,20%	44.688,57	5,01	12 25,53%	15.458 36,16%	4 10,81%
EXE	774.177,21 45,65%	17.248,05	44,88	12 25,53%	12.517 29,28%	21 56,76%
GRU	282.137,71 16,63%	51.348,00	5,49	6 12,77%	12.638 29,56%	4 10,81%
GEC	177.061,06 10,44%	16.607,15	10,66	11 23,40%	1.100 2,57%	3 8,11%
	1.696.079,65 100%			47 100%	42.752 100%	37 100%

Ano 2003

centro de custos	custo (R\$)	direc. de atividades (dia)	taxa (R\$/dia)	tipos de transições	nº total de transições	nº de pessoas
SUP	261.868,46 13,41%	25.023,00	10,47	6 13,64%	1.073 2,69%	5 12,82%
CAC	232.133,20 11,89%	34.499,07	6,73	13 29,55%	14.119 35,40%	4 10,26%
EXE	909.849,62 46,59%	15.947,00	57,05	10 22,73%	11.276 28,27%	23 58,97%
GRU	308.359,75 15,79%	71.331,00	4,32	5 11,36%	11.882 29,79%	4 10,26%
GEC	240.649,38 12,32%	21.653,00	11,11	10 22,73%	1.530 3,84%	3 7,69%
	1.952.860,41 100%			44 100%	39.880 100%	39 100%

4.3 TIPOS DE ORDENS DE SERVIÇO MAIS FREQUENTES NO CEB

A tabela 4.3 apresenta as dez seqüências de transições de estados mais freqüentes ocorridas no CEB nos anos 2001, 2002 e 2003, sendo que o número total de ocorrências de ordens de serviço em cada ano é de 8.010, 7.950 e 7.771, respectivamente.

Tabela 4.3 – Os dez tipos de ordens de serviço mais freqüentes ocorridos nos anos: 2001, 2002 e 2003.

Ano 2001

ordem de serviço	seqüência de transições	quantidade	porcentagem (%)
# 1	OA AE EE EP CO	3.314	39,6
# 2	OA AE EE CO	2.038	24,4
# 3	OA AE EE AV AE EE EP CO	298	3,6
# 4	OA AE EE EE CO	247	3,0
# 5	OA AE EE AI AE EE EP CO	178	2,1
# 6	OA AE EE DP CO	138	1,6
# 7	OA AE EE AI AE EE CO	103	1,2
# 8	OA AE AE EE EP CO	76	0,9
# 9	OA AE CO	74	0,9
# 10	OA AE EE AO AT AS AE EE EP CO	73	0,9

Ano 2002

ordem de serviço	seqüência de transições	quantidade	porcentagem (%)
# 1	OA AE EE EP CO	3.404	38,7
# 2	OA AE EE CO	2.323	26,4
# 3	OA AE EE AV AE EE EP CO	403	4,6
# 4	OA AE EE AI AE EE EP CO	214	2,4
# 5	OA AE EE EE CO	182	2,1
# 6	OA AE EE AI AE EE CO	103	1,2
# 7	OA AE EE OU AE EE DP CO	84	1,0
# 8	OA AE EE AE EE CO	78	0,9
# 9	OA AE EE AE EE EP CO	73	0,8
# 10	OA AE EE DP CO	68	0,8

Ano 2003

ordem de serviço	seqüência de transições	quantidade	porcentagem (%)
# 1	OA AE EE EP CO	3.381	41,7
# 2	OA AE EE CO	2.278	28,1
# 3	OA AE EE AV AE EE EP CO	383	4,7
# 4	OA AE EE AI AE EE EP CO	151	1,9
# 5	OA AE EE DP CO	150	1,8
# 6	OA AE EE AE EE CO	141	1,7
# 7	OA AE EE AI AE EE CO	100	1,2
# 8	OA AE EE VT AE EE CO	99	1,2
# 9	OA AE EE AE EE EP CO	86	1,1
# 10	OA AE EE AO AT AS EX AR AE EE EP CO	74	0,9

A tabela 4.4 apresenta os preços de hora técnica referentes à manutenção terceirizada realizada dentro da empresa, sem incluir o preço de peças de reposição.

Tabela 4.4 – Preço da hora técnica de empresas terceirizadas: Ano 2003.

equipamento	hora técnica (R\$)	empresa
GASTROSCÓPIO	105,00	OLYMPUS
VENTILADOR	200,00	EQUIPAMED
CENTRÍFUGA REFRIGERADA	80,00	FANEM
UNIDADE RADIOGRÁFICA	150,00	RADIATION
IDENTIFICADOR DE IMAGEM	175,00	SHIMATZU
CAPELA DE FLUXO LAMINAR	250,00	AIR CLEAN
CARRO DE LAPAROSCOPIA	105,00	OLYMPUS
PROCESSADOR DE IMAGEM	105,00	OLYMPUS
RESPIRADOR	200,00	EQUIPAMED
ECÓGRAFO	175,00	SHIMATZU
ESFIGMOMANÔMETRO DE MERCÚRIO	25,00	BOVERI
TERMOCICLADOR	200,00	APPLIED
MONITOR FETAL	70,00	SINTECH
HOMOGENEIZADOR	242,00	HEMO
VÍDEO LAPAROSCÓPIO	105,00	OLYMPUS
SISTEMA DE PURIFICAÇÃO DE ÁGUA	140,00	MILLIPORE
BALANÇA ANALÍTICA	170,00	SHIMATZU
CENTRÍFUGA DE MESA	80,00	FANEM
preço médio da hora técnica (R\$)	143,17	

O método de estabelecer o preço médio da hora técnica na tabela 4.4 é a média aritmética (Topham, 1976). Conforme a tabela 4.4, o preço médio da hora técnica cobrado pelo mercado é de aproximadamente R\$ 140,00. Então, ao considerar que uma ordem de serviço demande pelo menos duas ou três horas técnicas, o preço médio da ordem de serviço é considerado igual a R\$ 280,00 e R\$ 420,00, respectivamente.

Considerando-se os custos totais dos centros de custos de serviços e os valores dos direcionadores de atividades em cada ano, as tabela 4.5 apresenta os cinco tipos de ordens de serviço mais freqüentes do CEB ocorridos nos três anos com os resultados do programa de cálculo dos custos médios.

Tabela 4.5 – Custos dos cinco tipos de ordens de serviço mais frequentes feitas no CEB – Anos: 2001, 2002 e 2003.

Ano 2001

centro de custo	transição	tempo médio (dia)	custo da transição (R\$)	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5
CAC	OA-AE	0,0040	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
GRU	AE-EE	4,8500	22,34	22,34	22,34	44,68	22,34	44,68
EXE	EE-EP	1,2000	35,59	35,59		35,59		35,59
CAC	EP-CO	14,1500	21,97	21,97		21,97		21,97
EXE	EE-CO	4,2200	125,17		125,17		125,17	
EXE	EE-AV	0,5200	15,42			15,42		
CAC	AV-AE	8,1400	12,64			12,64		
EXE	EE-EE	3,9100	115,98				115,98	
EXE	EE-AI	2,7500	81,57					81,57
SUP	AI-AE	30,8900	256,68					256,68
custo por ordem de serviço (R\$)				79,91	147,52	130,31	263,49	440,49
tempo médio por ordem de serviço (dia)				20,2040	9,0740	33,7140	12,9840	58,6940

Ano 2002

centro de custo	transição	tempo médio (dia)	custo da transição (R\$)	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5
CAC	OA-AE	0,0040	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
GRU	AE-EE	4,1500	22,80	22,80	22,80	45,60	45,60	22,80
EXE	EE-EP	0,7800	35,01	35,01		35,01	35,01	
CAC	EP-CO	6,1700	30,92	6,17		6,17	6,17	
EXE	EE-CO	2,5700	115,35		115,35			115,35
EXE	EE-AV	0,5700	25,58			25,58		
CAC	AV-AE	3,3600	16,84			16,84		
EXE	EE-EE	1,5400	69,12					69,12
EXE	EE-AI	1,2500	56,11				56,11	
SUP	AI-AE	33,0300	243,23				243,23	
custo por ordem de serviço (R\$)				88,75	138,18	153,98	410,89	207,30
tempo médio por ordem de serviço				11,1040	6,7240	19,1840	49,5340	8,2640

Ano 2003

centro de custo	transição	tempo médio (dia)	custo da transição (R\$)	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5
CAC	OA-AE	0,0040	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
GRU	AE-EE	6,1928	26,77	26,77	26,77	53,54	53,54	26,77
EXE	EE-EP	1,0065	57,43	57,43		57,43	57,43	
CAC	EP-CO	4,1639	28,02	28,02		28,02	28,02	
EXE	EE-CO	2,0948	119,52		119,52			
EXE	EE-AV	0,8707	49,68			49,68		
CAC	AV-AE	4,6803	31,49			31,49		
EXE	EE-AI	1,6261	92,78				92,78	
SUP	AI-AE	30,6600	320,86				320,86	
EXE	EE-DP	1,2912	73,67					73,67
GEC	DP-CO	10,6537	118,40					118,40
custo por ordem de serviço (R\$)				112,24	146,32	220,18	552,65	218,87
tempo médio por ordem de serviço				11,3672	8,2916	23,1110	49,8461	18,1417

Com base no preço da ordem de serviço igual a R\$ 280,00 e a R\$ 420,00, as tabelas 4.6 e 4.7 apresentam, respectivamente, os cinco tipos de ordens de serviço mais frequentes do CEB ocorridos nos

Tabela 4.7 – Custos médios, tempos médios e lucros das cinco ordens de serviço mais frequentes e lucro total para todas as trajetórias realizados no ano considerando-se o preço de R\$ 420,00. Anos: 2001, 2002 e 2003.

Ano 2001

OS	trajetória	custo médio (R\$)	tempo médio (dia)	lucro (R\$)	ocorrências	lucro vezes ocorrências (R\$)
# 1	OA AE EE EP CO	79,91	20,2040	340,09	3.314	1.127.065,72
# 2	OA AE EE CO	147,52	9,0740	272,48	2.038	555.323,95
# 3	OA AE EE AV AE EE EP CO	130,31	33,7140	289,69	298	86.328,03
# 4	OA AE EE EE CO	263,49	12,9840	156,51	247	38.657,89
# 5	OA AE EE AI AE EE EP CO	440,49	58,6940	-20,49	178	-3.647,86
lucro total para todas as trajetórias realizados no ano: R\$ 1.843.612,32						

Ano 2002

OS	trajetória	custo médio (R\$)	tempo médio (dia)	lucro (R\$)	ocorrências	lucro vezes ocorrências (R\$)
# 1	OA AE EE EP CO	88,75	11,1040	331,25	3.404	1.127.570,02
# 2	OA AE EE CO	138,18	6,7240	281,82	2.323	654.674,97
# 3	OA AE EE AV AE EE EP CO	153,98	19,1840	266,02	403	107.207,73
# 4	OA AE EE AI AE EE EP CO	410,89	49,5340	9,11	214	1.948,51
# 5	OA AE EE EE CO	207,30	8,2640	212,70	182	38.711,45
lucro total para todas as trajetórias realizados no ano: R\$ 1.903.148,17						

Ano 2003

OS	trajetória	custo médio (R\$)	tempo médio (dia)	lucro (R\$)	ocorrências	lucro vezes ocorrências (R\$)
# 1	OA AE EE EP CO	112,24	11,3672	307,76	3.381	1.040.533,09
# 2	OA AE EE CO	146,32	8,2916	273,68	2.278	623.452,17
# 3	OA AE EE AV AE EE EP CO	220,18	23,1110	199,82	383	76.530,36
# 4	OA AE EE AI AE EE EP CO	552,65	49,8461	-132,65	151	-20.029,98
# 5	OA AE EE DP CO	218,87	18,1417	201,13	150	30.169,33
lucro total para todas as trajetórias realizados no ano: R\$ 1.450.874,92						

O cálculo dos custos médios das ordens de serviço (tabelas 4.6 e 4.7) correspondem ao segundo objetivo específico deste trabalho.

4.4 SIMULAÇÕES DE MUDANÇAS NO PROCESSO DE MANUTENÇÃO

A partir dos resultados apresentados nas tabelas 4.6 e 4.7, foram simulados novamente os custos médios, tempos médios e lucros mais o lucro total das ordens de serviço ocorridas durante os três anos considerando cada uma das seguintes modificações no processo de manutenção:

- 1) aumento de 50% nas ocorrências da OS # 1 (ordem de serviço realizada no CEB);
- 2) aumento de 50% nas ocorrências da OS # 2 (ordem de serviço feita em campo).

O aumento de 50% da OS # 1 corresponde a um aumento de 17% no número de transições. O aumento de 50% da OS # 2 corresponde a um aumento de 8% no número de transições. Por isso, entende-se que cada um desses aumentos no número de transições não causem variação nos custos dos centros de custos. Assim, supondo que os custos totais dos centros de custos de serviços não variem, simulamos cada mudança no número de ordens de serviço utilizando os preços de R\$ 280,00 e R\$ 420,00.

As tabelas 4.8, 4.9, 4.10 e 4.11 apresentam os custos médios, tempos médios e lucros dos cinco tipos de ordens de serviço mais freqüentes ocorridos durante os três anos e, ainda, o lucro total referente a todas as trajetórias ocorridas em cada ano, os quais foram obtidos com as simulações de cada uma das alterações propostas acima.

4.5 SIMULAÇÃO DO CUSTO DO SERVIÇO DE MANUTENÇÃO PARA UM PEQUENO HOSPITAL

Neste item, a partir também dos resultados apresentados nas tabelas 4.6 e 4.7, foram simulados novamente os custos, tempos médios e lucros mais o lucro total gerado pelas ordens de serviço ocorridas durante os três anos considerando a seguinte modificação no processo de manutenção, em virtude da prestação de serviço a um hospital pequeno:

- aumento de 200 ocorrências na OS # 1 (ordem de serviço realizada no CEB);
- aumento de 125 ocorrências na OS # 2 (ordem de serviço feita em campo);
- aumento de 25 ocorrências na OS # 3 (ordem de serviço realizada no CEB, após a vinda do equipamento);
- aumento de 15 ocorrências na OS # 5 (em 2001) e da OS # 4 (em 2002 e 2003) (ordem de serviço feita no CEB, com compra de peça de reposição). Observação: para fins de simulação, como a OS # 4 em 2001 não está listada entre as ordens de serviço mais freqüentes no ano de 2003, escolhemos a OS # 5 em 2001, que em 2002 e 2003 está listada como a OS # 4.

Aumentar o número de ordens de serviço, não representa o mesmo aumento no número de transições. Por esse motivo, considera-se que cada um desses aumentos no número de transições devido às ordens de serviço feitas para um hospital pequeno, não causem variação nos custos dos centros de custos. Deste modo, supondo que os custos totais dos centros de custos de serviços não variem, a mudança nos números de ordens de serviço foi simulada utilizando os preços de R\$ 280,00 e R\$ 420,00.

As tabelas 4.12 e 4.13 apresentam os custos médios, tempos médios e lucros dos cinco tipos de ordens de serviço mais freqüentes ocorridos durante os três anos e, ainda, o lucro total referente a todas as trajetórias ocorridas em cada ano que foram obtidos com a simulação da alteração proposta acima para cada um dos preços.

4.6 MODELOS DE CUSTO E DESEMPENHO PARA SELECIONAR A MELHOR MODALIDADE DE SERVIÇO DE MANUTENÇÃO

4.6.1 Etapa 1 da figura 3.3: cálculo dos custos das ordens de serviço # 1 e # 2 do setor de Radiologia por meio do modelo ABC

A tabela 4.14 apresenta os custos totais dos centros de custos de serviços do CEB, os direcionadores de atividades e as taxas de direcionadores de atividades que foram calculados no ano de 2003.

Tabela 4.14 – Custos dos centros de custos, direcionadores de atividades e taxas de direcionadores de atividades do CEB para todos os equipamentos – Ano 2003.

centro de custos	custo do centro de custos (R\$)	direcionador de atividade (dia)	taxa de direcionador de atividade (R\$/dia)
SUP	261.868,46	25.023,00	10,47
GRU	308.359,75	71.331,00	4,32
CAC	232.133,20	34.499,07	6,73
EXE	909.849,62	15.947,00	57,05
GEC	240.649,38	21.653,00	11,11

Para estimar os custos dos centros de custos de serviços do CEB proporcionais a 4 unidades radiográficas e a 1 tomógrafo computadorizado, as taxas de direcionadores de atividades apresentadas na tabela 4.14 foram multiplicadas pelos direcionadores de atividades correspondentes às ordens de serviço das unidades radiográficas e do tomógrafo computadorizado. As tabelas 4.15 e 4.16 apresentam as taxas de direcionadores de atividades, os direcionadores de atividades e os custos dos centros de custos de serviços do CEB proporcionais as 4 unidades radiográficas e a 1 tomógrafo, respectivamente.

Tabela 4.15 – Custos dos centros de custos, direcionadores de atividades e taxas de direcionadores de atividades do CEB proporcionais a 4 unidades radiográficas – Ano 2003.

centro de custos	taxa de direcionador de atividade (R\$/dia)	direcionador de atividade (dia)	custo do centro de custos (R\$)
SUP	10,47	153,5	1.607,15
GRU	4,32	114,5	494,64
CAC	6,73	488,26	3.285,99
EXE	57,05	36,5	2.082,33
GEC	11,11	0	0

Tabela 4.16 – Custos dos centros de custos, direcionadores de atividades e taxas de direcionadores de atividades do CEB proporcionais a 1 tomógrafo computadorizado – Ano 2003.

centro de custos	taxa de direcionador de atividade (R\$/dia)	direcionador de atividade (dia)	custo do centro de custos (R\$)
SUP	10,47	0	0
GRU	4,32	7,0	30,24
CAC	6,73	54,028	363,61
EXE	57,05	6,5	370,83
GEC	11,11	32,0	355,52

As tabelas 4.17 e 4.18 apresentam os custos das ordens de serviço feitas no CEB para as 4 unidades radiográficas e o tomógrafo computadorizado.

Tabela 4.17 – Custos das ordens de serviço feitas no CEB para as 4 unidades radiográficas – Ano 2003.

centro de custo	transição	tempo médio (dia)	taxa de direc. de atividade (R\$/dia)	custo da transição (R\$)	# 1	# 2
CAC	OA-AE	0,004	6,73	0,03	0,03	0,03
GRU	AE-EE	1,15152	4,32	4,97	4,97	9,94
EXE	EE-CO	0,30769	57,05	17,55	17,55	17,55
EXE	EE-VT	0,5	57,05	28,53	-	28,53
CAC	VT-AE	16,43478	6,73	110,61	-	110,61
custo por ordem de serviço (R\$)					22,55	166,66

Tabela 4.18 – Custos das ordens de serviço feitas no CEB para o tomógrafo computadorizado – Ano 2003.

centro de custo	transição	tempo médio (dia)	taxa de direc. de atividade (R\$/dia)	custo da transição (R\$)	# 1	# 2
CAC	OA-AE	0,004	6,73	0,03	0,03	0,03
GRU	AE-EE	0,5	4,32	2,16	2,16	4,32
EXE	EE-CO	0,5	57,05	28,53	28,53	28,53
EXE	EE-VT	0,5	57,05	28,53	-	28,53
CAC	VT-AE	10,8	6,73	72,68	-	72,68
custo por ordem de serviço (R\$)					30,72	134,09

Sabendo-se que os custos anuais dos contratos de manutenção, sem os custos de peças de reposição, das 4 unidades radiográficas e do tomógrafo computadorizado são, respectivamente, R\$ 73.434,12 e R\$ 36.600,00, os custos dos centros de custos de serviços das empresas terceirizadas foram estimados para as unidades radiográficas e o tomógrafo computadorizado, os quais são apresentados, respectivamente, nas tabelas 4.19 e 4.20, por meio de (26)¹, sendo que SUP = 0x, GRU = 2x, CAC = 0,33x, EXE = 1x e GEC = 3x.

$$\text{custo do contrato de manutenção} = 0 \times x + 2 \times x + 0,33 \times x + 1 \times x + 3 \times x \quad (26)$$

Além dos custos dos centros de custos de serviços, as tabelas 4.19 e 4.20 apresentam, os direcionadores de atividades e as taxas de direcionadores de atividades das empresas terceirizadas proporcionais a 4 unidades radiográficas e a 1 tomógrafo.

Tabela 4.19 – Custos dos centros de custos, direcionadores de atividades e taxas de direcionadores de atividades da empresa terceirizada proporcional a 4 unidades radiográficas – Ano 2003.

centro de custos	custo do centro de custos (R\$)	direcionador de atividade (dia)	taxa de direcionador de atividade (R\$/dia)
SUP	0	153,5	0
GRU	23.202,00	114,5	202,64
CAC	3.828,33	488,26	7,84
EXE	11.601	36,5	317,84
GEC	34.803,00	0	-

Tabela 4.20 – Custos dos centros de custos, direcionadores de atividades e taxas de direcionadores de atividades da empresa terceirizada proporcional a 1 tomógrafo computadorizado – Ano 2003.

centro de custos	custo do centro de custos (R\$)	direcionador de atividade (dia)	taxa de direcionador de atividade (R\$/dia)
SUP	0	0	-
GRU	11.563,92	7,0	1.651,99
CAC	1.908,05	54,028	35,32
EXE	5.781,96	6,5	889,53
GEC	17.345,88	32,0	542,06

As tabelas 4.21 e 4.22 apresentam os custos das ordens de serviço feitas nas empresas terceirizadas para as 4 unidades radiográficas e o tomógrafo computadorizado.

¹ A alocação dos custos de contratos de manutenção para os centros de custos reflete a realidade de um departamento de EC dos Estados Unidos, onde o custo do centro de custos gerência (GEC) é três vezes o custo do centro de custos técnicos (EXE) e o centro de custos engenheiros (GRU) é duas vezes o custo do centro de custos técnicos (EXE). Além disso, os custos do centro de custos de atendimento ao cliente (CAC) é quase nulo e o serviço do centro de custos suprimentos (SUP) é gratuito.

Tabela 4.21 – Custos das ordens de serviço feitas na empresa terceirizada para as 4 unidades radiográficas – Ano 2003.

centro de custo	transição	tempo médio (dia)	taxa de direc. de atividade (R\$/dia)	custo da transição (R\$)	# 1	# 2
CAC	OA-AE	0,004	7,84	0,03	0,03	0,03
GRU	AE-EE	1,15152	202,64	233,34	233,34	466,68
EXE	EE-CO	0,30769	317,84	97,80	97,80	97,80
EXE	EE-VT	0,5	317,84	158,92	-	158,92
CAC	VT-AE	16,43478	7,84	128,85	-	128,85
custo por ordem de serviço (R\$)					331,17	852,28

Tabela 4.22 – Custos das ordens de serviço feitas na empresa terceirizada para o tomógrafo computadorizado – Ano 2003.

centro de custo	transição	tempo médio (dia)	taxa de direc. de atividade (R\$/dia)	custo da transição (R\$)	# 1	# 2
CAC	OA-AE	0,004	35,32	0,14	0,14	0,14
GRU	AE-EE	0,5	1.651,99	826,00	826,00	1.652,00
EXE	EE-CO	0,5	889,53	444,77	444,77	444,77
EXE	EE-VT	0,5	889,53	444,77	-	444,77
CAC	VT-AE	10,8	35,32	381,46	-	381,46
custo por ordem de serviço (R\$)					1.270,91	2.923,14

4.6.2 Etapa 2 das figuras 3.3 e 3.4: cálculo dos pesos das ordens de serviço em relação ao objetivo com base nos critérios

Inicialmente, com base na realidade do CEB, os critérios confiabilidade do equipamento (tempo médio entre falhas), velocidade de reparo (tempo médio para reparo), satisfação do corpo clínico e capacidade de pacientes (número de pacientes atendidos), que são apresentados na etapa 2 (AHP) das figuras 3.3 e 3.4 foram ordenados de acordo com o grau de importância em relação ao objetivo escolher o melhor serviço de manutenção para o setor de Radiologia. Em seguida, usando a escala AHP padrão de 1 até 9 (Saaty, 1990), foi feita a comparação par-a-par desses critérios em relação ao objetivo de escolher o melhor serviço de manutenção para o setor de Radiologia. A figura 4.1 apresenta a tela do *software Expert Choice 2000*, na qual são mostradas essas comparações.

Mean time between failure

Mean time to repair

Compare the relative importance with respect to: Goal: Select the best service modality for the radiology department

	Mean time	Mean time	Clinical sa	Patient cap
Mean time between failure		3,0	4,0	4,5
Mean time to repair			2,0	2,5
Clinical satisfaction				1,5
Patient capacity	Incon: 0,01			

Figura 4.1 – Tela do *software Expert Choice 2000*, a qual apresenta a comparação par-a-par dos critérios das figuras 3.3 e 3.4 em relação ao objetivo escolher o melhor serviço de manutenção para o setor de Radiologia. As comparações são: Quantas vezes mais importante é confiabilidade do equipamento (tempo médio entre falhas) que velocidade de reparo (tempo médio para reparo)? Quantas vezes mais importante é confiabilidade do equipamento que satisfação do corpo clínico? Quantas vezes mais importante é confiabilidade do equipamento que capacidade de pacientes (número de pacientes atendidos)? Quantas vezes mais importante é velocidade de reparo que satisfação do corpo clínico? Quantas vezes mais importante é velocidade de reparo que capacidade de pacientes? Quantas vezes mais importante é satisfação do corpo clínico que capacidade de pacientes?

Na sequência, foi feita a comparação par-a-par das alternativas apresentadas nas figuras 3.3 e 3.4, as ordens de serviço # 1 e # 2, em relação a cada um dos critérios dessas figuras. A figura 4.2 apresenta a tela do *software Expert Choice 2000*, na qual é mostrada a comparação par-a-par entre as ordens de serviço # 1 e # 2 em relação ao critério confiabilidade do equipamento (tempo médio entre falhas).

The screenshot shows the Expert Choice 2000 interface. At the top, there are two boxes for comparison: 'SO#1 - Maintenance done on site' and 'SO#2 - Maintenance done on site after calling third party technician or repair for advice'. Between them is a scale from 1 to 9. Below this, a label reads 'Compare the relative preference with respect to: Mean time between failure'. At the bottom, a table shows the comparison results.

	SO#1 - Mai	SO#2 - Mai
SO#1 - Maintenance done on site		1,0
SO#2 - Maintenance done on site after calling third party technician or repair for advice	Incon: 0,00	

Figura 4.2 – Tela do *software Expert Choice 2000*, a qual apresenta a comparação par-a-par: Quantas vezes a ordem de serviço # 1 é mais preferida que a ordem de serviço # 2, em relação ao critério confiabilidade do equipamento?

A figura 4.3 apresenta a tela do *software Expert Choice 2000*, na qual é mostrada a comparação par-a-par entre as ordens de serviço # 1 e # 2 em relação ao critério velocidade de reparo (tempo médio para reparo).

The screenshot shows the Expert Choice 2000 interface. At the top, there are two boxes for comparison: 'SO#1 - Maintenance done on site' and 'SO#2 - Maintenance done on site after calling third party technician or repair for advice'. Between them is a scale from 1 to 9. Below this, a label reads 'Compare the relative preference with respect to: Mean time to repair'. At the bottom, a table shows the comparison results.

	SO#1 - Mai	SO#2 - Mai
SO#1 - Maintenance done on site		3,0
SO#2 - Maintenance done on site after calling third party technician or repair for advice	Incon: 0,00	

Figura 4.3 – Tela do *software Expert Choice 2000*, a qual apresenta a comparação par-a-par: Quantas vezes a ordem de serviço # 1 é mais preferida que a ordem de serviço # 2, em relação ao critério velocidade de reparo?

A figura 4.4 apresenta a tela do *software Expert Choice 2000*, na qual é mostrada a comparação par-a-par entre as ordens de serviço # 1 e # 2 em relação ao critério satisfação do corpo clínico.

SO#1 - Maintenance done on site

SO#2 - Maintenance done on site after calling third party technician or repair for advice

Compare the relative preference with respect to: Clinical satisfaction

	SO#1 - Mai	SO#2 - Mai
SO#1 - Maintenance done on site		2,0
SO#2 - Maintenance done on site after calling third party technician or repair for advice	Incon: 0,00	

Figura 4.4 – Tela do *software Expert Choice 2000*, a qual apresenta a comparação par-a-par: Quantas vezes a ordem de serviço # 1 é mais preferida que a ordem de serviço # 2, em relação ao critério satisfação do corpo clínico?

A figura 4.5 apresenta a tela do *software Expert Choice 2000*, na qual é mostrada a comparação par-a-par entre as ordens de serviço # 1 e # 2 em relação ao critério capacidade de pacientes (número de pacientes atendidos).

SO#1 - Maintenance done on site

SO#2 - Maintenance done on site after calling third party technician or repair for advice

Compare the relative preference with respect to: Patient capacity

	SO#1 - Mai	SO#2 - Mai
SO#1 - Maintenance done on site		2,0
SO#2 - Maintenance done on site after calling third party technician or repair for advice	Incon: 0,00	

Figura 4.5 – Tela do *software Expert Choice 2000*, a qual apresenta a comparação par-a-par: Quantas vezes a ordem de serviço # 1 é mais preferida que a ordem de serviço # 2, em relação ao critério capacidade de pacientes?

A figura 4.6 apresenta a tela do *software Expert Choice 2000*, na qual são mostradas os pesos das ordens de serviço # 1 e # 2 em relação ao objetivo de escolher o melhor serviço de manutenção para o setor de Radiologia, sendo que esses pesos foram calculados por esse *software* usando as comparações par-a-par apresentadas nas figuras 4.1, 4.2, 4.3, 4.4 e 4.5.

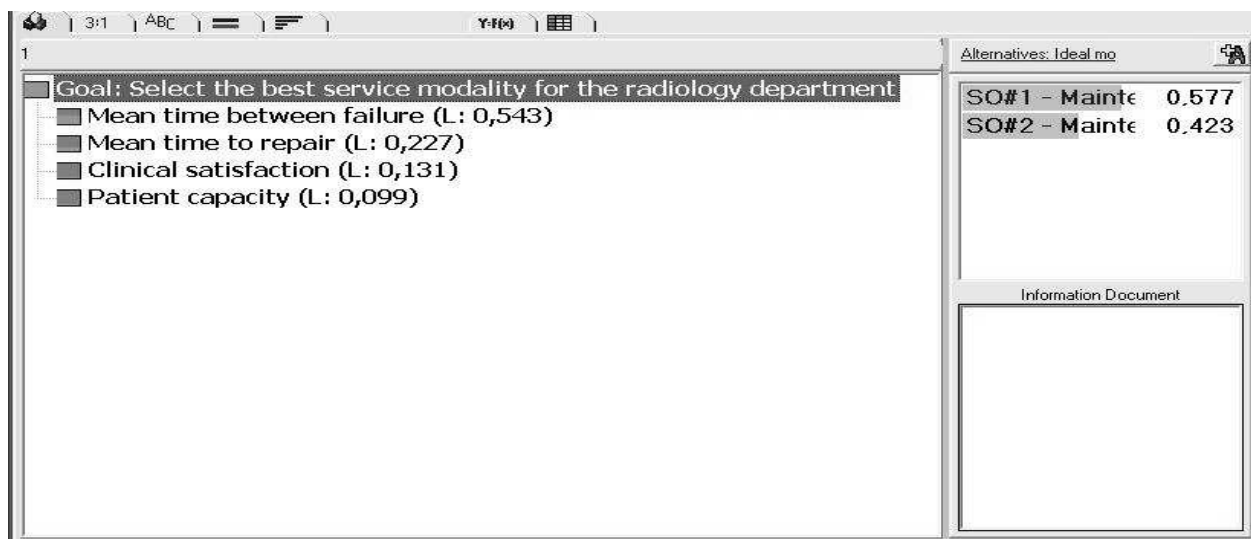


Figura 4.6 – Tela do *software Expert Choice 2000*, na qual são mostrados os pesos das ordens de serviço # 1 e # 2, 0,577 e 0,423, respectivamente, que foram calculados por esse programa usando as comparações inseridas nas telas apresentadas nas figuras 4.1, 4.2, 4.3, 4.4 e 4.5.

A tabela 4.23 apresenta os pesos das ordens de serviço em relação ao objetivo de selecionar o melhor serviço de manutenção para o setor de Radiologia, os quais resultaram da etapa 2 das figuras 3.3 e 3.4.

Tabela 4.23 – Pesos das ordens de serviço feitas para 4 unidades radiográficas e 1 tomógrafo computadorizado.

ordem de serviço	peso da ordem de serviço
# 1	0,577
# 2	0,423

4.6.3 Etapa 3 da figura 3.4: cálculo dos pesos dos critérios 1 a 5 para as ordens de serviço # 1 e # 2 e avaliação de cada critério em relação às alternativas

Inicialmente, os critérios: confiabilidade do reparo feito após a primeira solicitação de manutenção (critério 1), frequência de outras solicitações de serviço de manutenção (critério 2), conformidade com as normas (critério 3), melhora do problema de atribuição de prioridade para tratar os pacientes (critério 4) e tempo de parada do equipamento durante os períodos de cuidado do paciente (critério 5), que são apresentados na etapa 3 (AHP) da figura 3.4 foram ordenados de acordo com o grau de importância em relação à ordem de serviço # 1. Em seguida, usando a escala AHP padrão de 1 até 9, foi feita a comparação par-a-par desses critérios em relação à ordem de serviço # 1. A figura 4.7 apresenta a tela do *software Expert Choice 2000*, na qual são mostradas essas comparações.

The screenshot shows the Expert Choice 2000 software interface. At the top, there is a scale from 1 to 9 for pairwise comparison. Below the scale, the text reads: "Compare the relative importance with respect to: Set the priorities of S01 Maintenance done on site". The main part of the screen displays a table of comparisons between five criteria.

	First call fi:	Frequency	Regulatory	Ease of Pri	Downtime
First call fix reliability		2,0	3,0	4,0	7,0
Frequency of Service Call-backs			2,0	4,0	7,0
Regulatory Compliance				4,0	7,0
Ease of Problem Triage					1,0
Downtime During Patient Care Periods	Incon: 0,05				

Figura 4.7 – Tela do *software Expert Choice 2000*, a qual apresenta a comparação par-a-par dos critérios em relação à ordem de serviço # 1. As comparações são: Quantas vezes mais importante é o critério1 que o critério 2? Quantas vezes mais importante é o critério1 que o critério 3? Quantas vezes mais importante é o critério1 que o critério 4? Quantas vezes mais importante é o critério1 que o critério 5? Quantas vezes mais importante é o critério 2 que o critério 3? Quantas vezes mais importante é o critério 2 que o critério 4? Quantas vezes mais importante é o critério 2 que o critério 5? Quantas vezes mais importante é o critério 3 que o critério 4? Quantas vezes mais importante é o critério 3 que o critério 5? Quantas vezes mais importante é o critério 4 que o critério 5?

A figura 4.8 apresenta a tela do *software Expert Choice 2000*, na qual são mostrados os pesos dos critérios confiabilidade do reparo feito após a primeira solicitação de manutenção (critério 1), frequência de outras solicitações de serviço de manutenção (critério 2), conformidade com as normas (critério 3), melhora do problema de atribuição de prioridade para tratar os pacientes (critério 4) e tempo de parada do equipamento durante os períodos de cuidado do paciente (critério 5), em relação à ordem de serviço # 1, sendo que esses pesos foram calculados por esse *software* usando as comparações par-a-par apresentadas na figura 4.7.

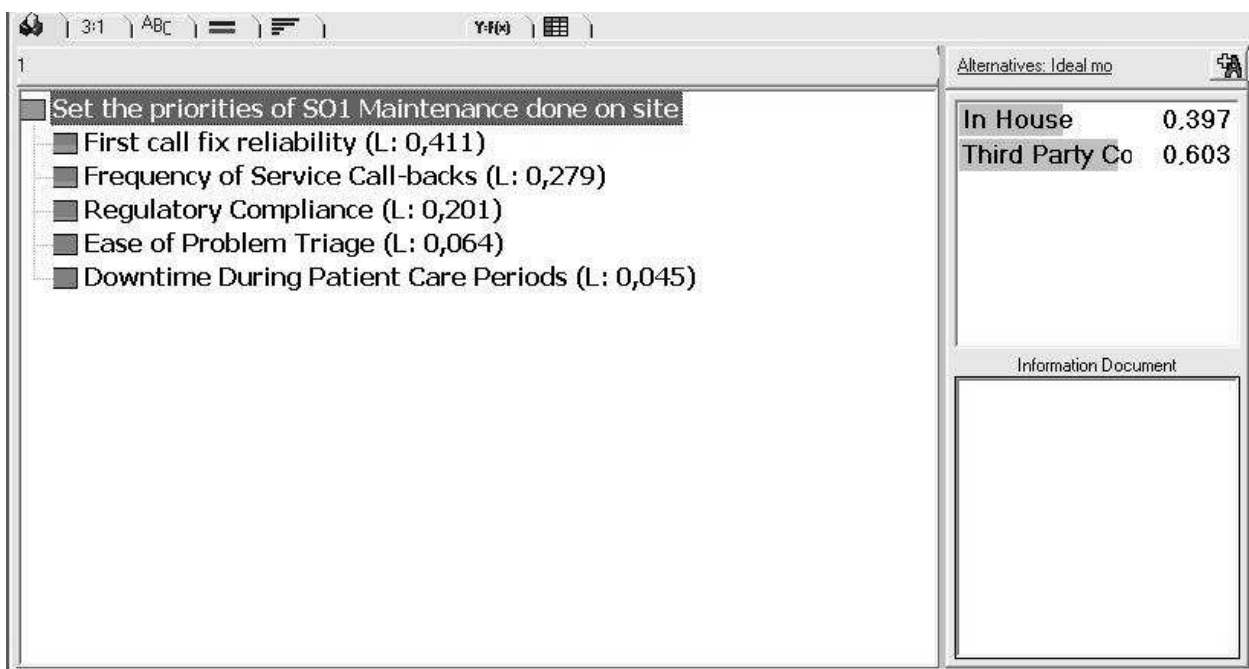


Figura 4.8 – Tela do *software Expert Choice 2000*, na qual são mostrados os pesos dos critérios 1, 2, 3, 4 e 5, ou seja, 0,411; 0,279; 0,201; 0,064; 0,045, que foram calculados por esse *software* usando as comparações inseridas na tela apresentada na figura 4.7.

A figura 4.9 apresenta a tela do *software Expert Choice 2000*, na qual são mostradas as avaliações feitas para os critérios confiabilidade do reparo feito após a primeira solicitação de manutenção (critério 1), frequência de outras solicitações de serviço de manutenção (critério 2), conformidade com as normas (critério 3), melhora do problema de atribuição de prioridade para tratar os pacientes (critério 4) e tempo de parada do equipamento durante os períodos de cuidado do paciente (critério 5), em relação às alternativas manutenção interna e manutenção externa, considerando-se a ordem de serviço # 1.

The screenshot shows the Expert Choice 2000 software interface. At the top, there are two criteria being compared: "First call fix reliability" and "Frequency of Service Call-backs". Below these, a scale from 1 to 9 is shown with a slider indicating a value of 2.0. The main instruction reads: "Compare the relative importance with respect to: Set the priorities of SO2 Maintenance done on site after call to 3rd party technician for repair or advice". Below this is a table showing the results of the comparison.

	First call fi:	Frequency	Regulatory	Ease of Pri	Downtime
First call fix reliability		2,0	3,0	4,0	7,0
Frequency of Service Call-backs			2,0	4,0	7,0
Regulatory Compliance				4,0	7,0
Ease of Problem Triage					1,0
Downtime During Patient Care Periods	Incon: 0,05				

Figura 4.10 – Tela do *software Expert Choice 2000*, a qual apresenta a comparação par-a-par dos critérios em relação à ordem de serviço # 2. As comparações são: Quantas vezes mais importante é o critério1 que o critério 2? Quantas vezes mais importante é o critério1 que o critério 3? Quantas vezes mais importante é o critério1 que o critério 4? Quantas vezes mais importante é o critério1 que o critério 5? Quantas vezes mais importante é o critério 2 que o critério 3? Quantas vezes mais importante é o critério 2 que o critério 4? Quantas vezes mais importante é o critério 2 que o critério 5? Quantas vezes mais importante é o critério 3 que o critério 4? Quantas vezes mais importante é o critério 3 que o critério 5? Quantas vezes mais importante é o critério 4 que o critério 5?

A figura 4.11 apresenta a tela do *software Expert Choice 2000*, na qual são mostrados os pesos dos critérios confiabilidade do reparo feito após a primeira solicitação de manutenção (critério 1), frequência de outras solicitações de serviço de manutenção (critério 2), conformidade com as normas (critério 3), melhora do problema de atribuição de prioridade para tratar os pacientes (critério 4) e tempo de parada do equipamento durante os períodos de cuidado do paciente (critério 5), em relação à ordem de serviço # 2, sendo que esses pesos foram calculados por esse *software* usando as comparações par-a-par apresentadas na figura 4.10.

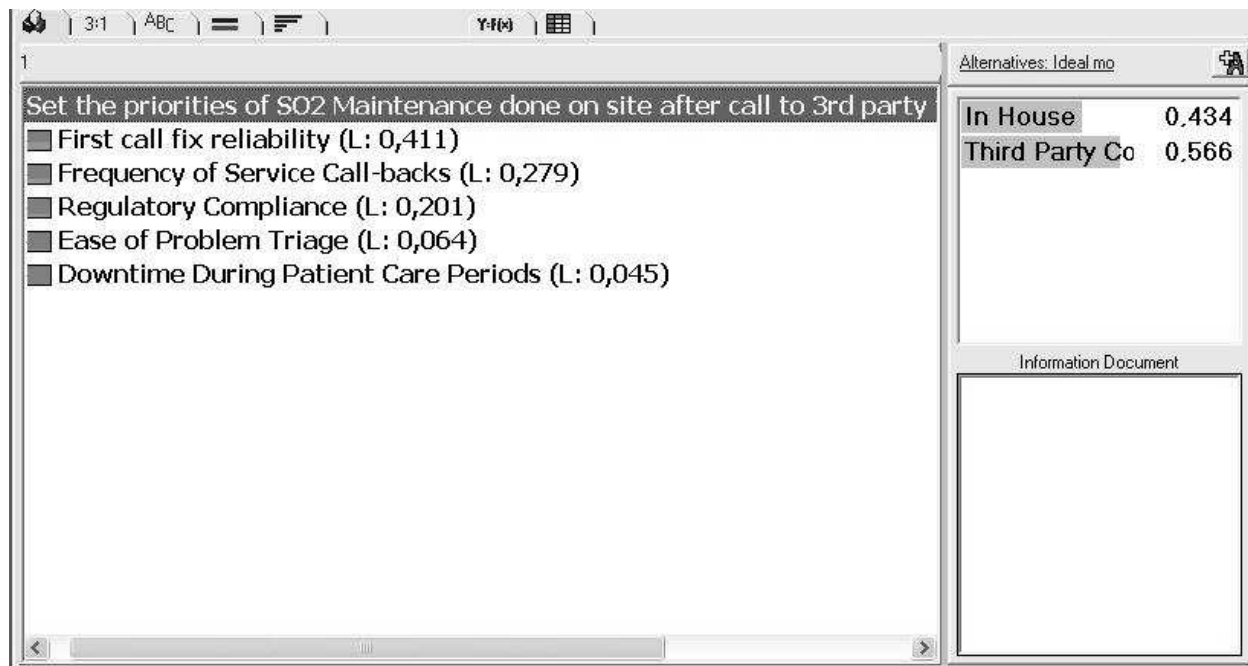


Figura 4.11 – Tela do *software Expert Choice 2000*, na qual são mostrados os pesos dos critérios 1, 2, 3, 4 e 5, ou seja, 0,411; 0,279; 0,201; 0,064; 0,045, que foram calculados por esse *software* usando as comparações inseridas na tela apresentada na figura 4.10.

A figura 4.12 apresenta a tela do *software Expert Choice 2000*, na qual são mostradas as avaliações feitas para os critérios confiabilidade do reparo feito após a primeira solicitação de manutenção (critério 1), frequência de outras solicitações de serviço de manutenção (critério 2), conformidade com as normas (critério 3), melhora do problema de atribuição de prioridade para tratar os pacientes (critério 4) e tempo de parada do equipamento durante os períodos de cuidado do paciente (critério 5), em relação às alternativas manutenção interna e manutenção externa, considerando-se a ordem de serviço # 2.

Alternative	DIRECT First call fix reliability (L: 0,411)	DIRECT Frequency of Service Call-backs (L: 0,279)	DIRECT Regulatory Compliance (L: 0,201)	DIRECT Ease of Problem Triage (L: 0,064)	DIRECT Downtime During Patient Care Periods (L: 0,045)
☒ In House	.3	.5	.5	.5	.5
☒ Third Party	.7	.5	.5	.5	.5

Figura 4.12 – Tela do *software Expert Choice 2000*, na qual são mostrados as avaliações dos critérios 1, 2, 3, 4 e 5, em relação às alternativas de manutenção interna e externa, para a ordem de serviço # 2.

A tabela 4.24 apresenta os pesos dos critérios e, ainda, as avaliações dos critérios em relação às alternativas manutenção interna e manutenção externa para as ordens de serviço, os quais resultaram da etapa 3 da figura 3.4.

Tabela 4.24 – Pesos dos critérios e avaliações dos critérios em relação à manutenção interna e terceirizada para ordens de serviço de 4 unidades radiográficas e de 1 tomógrafo computadorizado.

critério	ordem de serviço # 1			ordem de serviço # 2		
	peso do critério	avaliação		peso do critério	avaliação	
		interna	terceirizada		interna	terceirizada
Critério 1	0,411	0,3	0,7	0,411	0,3	0,7
Critério 2	0,279	0,4	0,6	0,279	0,5	0,5
Critério 3	0,201	0,5	0,5	0,201	0,5	0,5
Critério 4	0,064	0,5	0,5	0,064	0,5	0,5
Critério 5	0,045	0,4	0,6	0,045	0,5	0,5

4.6.4 Custo e desempenho de cada modalidade de serviço de manutenção

A tabela 4.25 apresenta o custo de cada modalidade de serviço de manutenção resultante da integração das etapas 1 e 2 da figura 3.3, que foi calculado por meio de (22).

Tabela 4.25 – Custos dos serviços de manutenção interna e terceirizada para 4 unidades radiográficas e 1 tomógrafo computadorizado – Ano 2003.

equipamento	custo do serviço de manutenção (R\$)	
	interna	terceirizada
4 Unid. Rad.	83,51	551,60
1 TC	74,45	1969,80

A tabela 4.26 apresenta o desempenho de cada modalidade de serviço de manutenção resultante da integração das etapas 2 e 3 da figura 3.4, que foi calculado por meio de (23) e (24).

Tabela 4.26 – Desempenhos dos serviços de manutenção interna e terceirizada para 4 unidades radiográficas e 1 tomógrafo computadorizado.

desempenho do serviço de manutenção	
interna	terceirizada
0,8032	1,1968

A tabela 4.27 apresenta os resultados normalizados das tabelas 4.25 e 4.26. O método de estabelecer a normalização dos resultados das tabelas 4.25 e 4.26 é a divisão dos parâmetros de cada linha dessas tabelas pelo somatório de suas linhas (Angelis e Lee, 1996).

Tabela 4.27 – Desempenho e custo normalizados obtidos a partir das tabelas 4.25 e 4.26 referentes, respectivamente, aos modelos de custo e desempenho para escolher a melhor modalidade de serviço de manutenção para 4 unidades radiográficas e 1 tomógrafo computadorizado no setor de Radiologia.

equipamento	manutenção	desempenho	normalizado	custo (R\$)	normalizado
4 Unid. Rad.	Terceirizada	1,1968	0,60	1.969,80	0,96
	Interna	0,8032	0,40	74,45	0,04
	Total	2,0000		2.044,25	
equipamento	manutenção	desempenho	normalizado	custo (R\$)	normalizado
1 TC	Terceirizada	1,1968	0,60	551,60	0,87
	Interna	0,8032	0,40	83,51	0,13
	Total	2,0000		635,11	

A figura 4.13 apresenta os resultados dos modelos de custo e desempenho para selecionar a melhor modalidade de serviço de manutenção para 4 unidades radiográficas e 1 tomógrafo computadorizado no setor de Radiologia, conforme os valores apresentados na tabela 4.27.

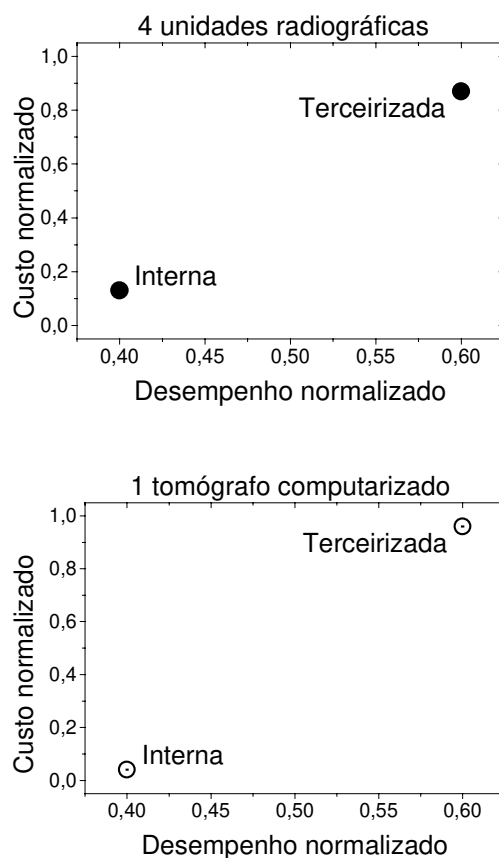


Figura 4.13 – Modelos de custo e desempenho para selecionar a melhor modalidade de serviço de manutenção para 4 unidades radiográficas e 1 tomógrafo computadorizado no setor de Radiologia.

CAPÍTULO 5: DISCUSSÃO

5.1 ANÁLISE DOS CUSTOS TOTAIS DOS CENTROS DE CUSTOS DE SERVIÇOS

As porcentagens apresentadas na tabela 4.1 revelam que o custo de pessoal foi o maior custo dos centros de custos de serviços do CEB no período de 2001 a 2003. Em seguida, estão os custos que foram alocados dos centros de custos de suporte, cujas porcentagens são menos da metade das porcentagens de gastos com pessoal. Finalmente, estão os custos de depreciação da edificação e dos bens do CEB e os gastos gerais, cujas porcentagens são em torno de dez por cento das porcentagens dos custos alocados dos centros de custos de suporte.

Como os custos dos centros de custos de suporte foram alocados aos centros de custos de serviços com base no número de pessoas, o centro de custos EXE, o qual tem cinco vezes mais pessoas que os outros centros de custos, recebeu uma parcela cerca de cinco vezes maior de custos que foram alocados dos centros de custos de suporte. Entretanto, observa-se na tabela 4.1 que a porcentagem referente aos custos alocados dos centros de custos de suporte para o centro de custos EXE não chega a ser nem 2 vezes maior que as porcentagens dos custos alocados dos centros de custos de suporte para os demais centros de custos, porque a porcentagem dos custos alocados dos centros de custos de suporte para o centro de custos EXE diminuiu em função dos custos de depreciação e dos gastos gerais de EXE serem maiores – e até elevados – em relação aos demais centros de custos de serviços. Provavelmente, a explicação deste fato é que o centro de custos EXE possui muitos instrumentos de medida de grandezas elétricas, ferramentas e máquinas-ferramentas, portanto os custos de depreciação dos bens são maiores nesse centro de custos de serviços do que nos outros. Além disso, os gastos gerais também foram alocados para todos os centros de custos de serviços com base no número de pessoas. Desse modo, o centro de custos EXE recebeu uma parcela de gastos gerais maior que os outros centros de custos de serviços.

Neste estudo, o número de pessoas dos centros de custos do CEB foi escolhido como a base de alocação dos gastos gerais. Caso se queira aperfeiçoar o modo de alocação dos gastos gerais do CEB, um registro poderia ser implementado a fim de se ter conhecimento de como os gastos gerais são

demandados individualmente pelos centros de custos do CEB, aguardando ainda um prazo de pelo menos 1 ano a partir da implementação desse aperfeiçoamento, de modo a obter um histórico dos gastos gerais após esse aperfeiçoamento. Ainda neste estudo, o número de pessoas dos centros de custos de serviços foi escolhido como a base de alocação dos custos dos centros de custos de suporte. Caso se queira aperfeiçoar o modo de alocação de custos dos centros de custos de suporte aos centros de custos de serviços poder-se-ia desenvolver um registro de informações a partir das quais inferir-se-ia como os centros de custos de serviços usam os serviços prestados pelos centros de custos de suporte, aguardando também um prazo de pelo menos 1 ano para se obter um histórico dos custos alocados dos centros de custos de suporte após esse aperfeiçoamento.

Com base ainda na tabela 4.1, pode-se estimar a economia gerada pela prestação do serviço de manutenção interna feita pelo CEB. Sabe-se que o custo total do serviço de manutenção interna equivale a aproximadamente 5% do custo de aquisição dos equipamentos do inventário da instituição médico-hospitalar, enquanto o custo total do serviço de manutenção terceirizada equivale de 10% a 15% do custo de aquisição (Furst, 1986). Inicialmente, para estimar o custo de aquisição dos equipamentos do inventário da área de saúde da UNICAMP com base no custo total do serviço de manutenção interna, iguala-se o somatório do custo total dos centros de custos de serviços (tabela 4.1) a 5% do custo de aquisição desses equipamentos. Nesta estimativa, considera-se que o custo do serviço de manutenção interna usado para calcular o custo de aquisição dos equipamentos médico-assistenciais não inclui os custos de peças de reposição, pois se não houvesse esta consideração, o custo de aquisição desses equipamentos seria superestimado. Considera-se também que somente os equipamentos médico-assistenciais fora da garantia são usados na estimativa do custo de aquisição dos equipamentos médico-assistenciais, pois se esta consideração não fosse feita, o custo de aquisição dos equipamentos médico-assistenciais seria subestimado, já que o custo do serviço de manutenção interna de equipamentos médicos em garantia é nulo para o hospital. Em seguida, estima-se o custo total do serviço de manutenção terceirizada mínimo e máximo igual a 10% e 15%, respectivamente, do custo de aquisição dos equipamentos do inventário da área de saúde da UNICAMP obtido inicialmente. Finalmente, a economia que o serviço de manutenção interna do CEB representa por ano para a área de saúde da UNICAMP foi estimada usando (27) (Furst, 1986).

$$\text{economia} = \text{custo total da manutenção terceirizada} - \text{custo total da manutenção interna} \quad (27)$$

A tabela 5.1 apresenta o custo de aquisição dos equipamentos médico-assistenciais do inventário da UNICAMP e os custos totais dos serviços de manutenção interna e terceirizada, em cada ano, para a área de saúde da UNICAMP. A tabela 5.1 ainda apresenta a economia mínima e máxima produzida em virtude do serviço de manutenção interna prestado pelo CEB.

Tabela 5.1 – Custo de aquisição dos equipamentos médico-assistenciais do inventário da UNICAMP, custos totais dos serviços de manutenção interna e terceirizada e economia produzida para a área de saúde da UNICAMP pelo serviço de manutenção interna – anos: 2001, 2002 e 2003.

ano	custo de aquisição dos equipamentos (R\$)	custo total de manutenção interna (R\$)	custo total de manutenção terceirizada (R\$)		economia (R\$)	
			mínimo	máximo	mínima	máxima
2001	31.483.634,40	1.574.181,72	3.148.363,44	4.722.545,16	1.574.181,72	3.148.363,44
2002	33.921.593,00	1.696.079,65	3.392.159,30	5.088.238,95	1.696.079,65	3.392.159,30
2003	39.057.208,20	1.952.860,41	3.905.720,82	5.858.581,23	1.952.860,41	3.905.720,82

5.2 ANÁLISE DOS PARÂMETROS DAS ATIVIDADES FEITAS NOS CENTROS DE CUSTOS DE SERVIÇOS

Em geral, as porcentagens referentes aos custos dos centros de custos de serviços e as porcentagens correspondentes ao número de pessoas de cada centro de custos de serviços, as quais são apresentadas na tabela 4.2, se mantiveram praticamente constantes durante os três anos. A análise dessas porcentagens indica que o centro de custos EXE demanda aproximadamente 50% do custo dos centros de custos representados no diagrama de estados (figura 1.3) e possui em torno de 60% do pessoal dos centros de custos de serviços. Os centros de custos GRU e SUP representam cada um aproximadamente 15% do custo total dos centros de custos de serviços. Além disso, os centros de custos GRU e SUP empregam cada um aproximadamente 12% do pessoal dos centros de custos de serviços.

A análise do custo total apresentado na tabela 4.2 referente a todos os centros de custos de serviços, em cada ano, revela que o custo total dos centros de custos aumentou cerca de 7% entre os anos de 2001 e 2002 e aumentou aproximadamente 15% de 2002 para 2003. A análise dos valores absolutos dos tipos de custos apresentados na tabela 4.1 indica que esses aumentos ocorreram em função de reajustes de custos de pessoal, depreciação e gastos gerais, em cada um dos centros de

custos de serviços, sendo que esses custos foram classificados como custos fixos na seção 3.1. Conhecendo-se a variação percentual referente ao aumento do custo de cada centro de custos de serviços de 2001 para 2002 e de 2002 para 2003, foram observados quatro casos referentes às variações anuais da taxa de direcionadores de atividades de cada centro de custos de serviços apresentadas na tabela 4.2 com base em (18). No primeiro caso, quando o aumento percentual no direcionador de atividades entre dois anos foi maior que o aumento percentual no custo do centro de custos de serviços, o valor absoluto da redução percentual na taxa de direcionadores de atividades foi inferior ao aumento percentual no direcionador de atividades. (Exemplo do primeiro caso: centro de custos SUP entre 2001 e 2002). No segundo caso, quando o valor absoluto da redução percentual no direcionador de atividades entre dois anos foi maior que o aumento percentual no custo do centro de custos de serviços, o aumento percentual na taxa de direcionadores de atividades foi superior ao valor absoluto da redução percentual no direcionador de atividades. (Exemplo do segundo caso: centro de custos SUP entre 2002 e 2003). No terceiro caso, quando o valor absoluto da redução percentual no direcionador de atividades entre dois anos foi menor que o aumento percentual no custo do centro de custos de serviços, o aumento percentual na taxa de direcionadores de atividades foi superior ao valor absoluto da redução percentual no direcionador de atividades. (Exemplos do terceiro caso: centro de custos CAC entre 2001 e 2002; centro de custos EXE entre 2002 e 2003). No quarto caso, quando o aumento percentual no direcionador de atividades entre dois anos foi menor que o aumento percentual no custo do centro de custos de serviços, o aumento percentual na taxa de direcionadores de atividades foi inferior ao aumento percentual no direcionador de atividades. (Exemplo do quarto caso: centro de custos GEC entre 2002 e 2003). A partir dessas observações, conclui-se que as taxas de direcionadores de atividades dos centros de custos de serviços apresentadas na tabela 4.2 e relacionadas aos primeiro, segundo, terceiro e quarto casos, não variaram na mesma proporção do aumento anual nos custos dos centros de custos de serviços, porque a variação na taxa de direcionadores de atividades depende também da variação ocorrida nos direcionadores de atividades.

A análise dos parâmetros referentes às atividades (transições de estados) apresentados na tabela 4.2 mostra que os tipos de transições de estados de cada centro de custos de serviços caracterizam o direcionador de atividades, ou seja o tempo demandado para realizar todas as transições

do centro de custos de serviços. Em um primeiro exemplo, o tempo demandado para realizar as transições de estados do centro de custos GRU foi pelo menos duas vezes maior do que o tempo demandado pelo centro de custos EXE, ainda que anualmente o número total de transições de estados efetuadas em cada um desses centros de custos de serviços tenha sido quase igual. Provavelmente, a justificativa neste caso é que as atividades feitas pelos engenheiros no centro de custos GRU são relacionadas ao gerenciamento do serviço de manutenção, o que envolve prazos de agentes externos, enquanto as atividades realizadas pelos técnicos e engenheiros no centro de custos EXE referem-se à manutenção de equipamentos médico-assistenciais. Em um segundo exemplo, os centros de custos SUP e GEC realizaram quase o mesmo número total de transições em cada ano, e exceto em 2002, o tempo demandado para realizar as transições do centro de custos SUP é quase igual ao tempo demandado pelo centro de custos GEC. A justificativa neste caso, poderia ser que as atividades realizadas em ambos os centros de custos implicam em tempo externo.

5.3 CUSTO MÉDIO, TEMPO MÉDIO E LUCRO DOS TIPOS DE ORDENS DE SERVIÇO MAIS FREQUENTES NO CEB

Com base em (19), observa-se que as variações anuais dos custos das transições de estados apresentados na tabela 4.5 dependem dos quatro casos referentes às variações da taxa de direcionadores de atividades de cada centro de custos de serviços apresentados na seção 5.2 e das variações ocorridas nos tempos médios das transições de estados apresentados na tabela 4.5. Conseqüentemente, a variação anual no custo médio de cada ordem de serviço, o qual é igual ao somatório dos custos das transições de estados realizadas na ordem de serviço, depende da variação anual do custo médio de cada uma das transições de estados que compõe a seqüência da ordem de serviço. Por isso, por exemplo, observando-se a tabela 4.5, o custo médio da ordem de serviço mais freqüente, que é a OS # 1, aumentou cerca de 11% do ano de 2001 para 2002, e 26% de 2002 para 2003, enquanto o tempo médio foi reduzido pela metade nos dois primeiros anos e se manteve praticamente constante no ano 2003. Já o custo médio do segundo tipo mais freqüente de ordem de serviço, a OS # 2, reduziu 6,3% em 2002, mas aumentou 5,9% em 2003. Para a OS # 2, o tempo médio

diminuiu 26% entre os anos 2001 e 2002, sendo que houve um aumento de 23% no tempo médio entre 2002 e 2003. Em relação ao terceiro tipo de ordem de serviço mais freqüente, que é a OS # 3, o custo médio foi elevado a cada ano, enquanto que o tempo médio diminuiu no segundo ano pesquisado e novamente aumentou no terceiro ano.

Devido às variações que foram observadas no custo e tempo médio de cada tipo de ordem de serviço, é relevante a análise do processo de prestação de serviço de manutenção com base no lucro gerado em função da venda das ordens de serviço ocorridas em cada ano. Como atualmente o CEB não comercializa as ordens de serviço prestadas à área de saúde da UNICAMP, a análise feita com base no lucro serve como um exercício de gerenciamento baseado nos custos das ordens de serviço.

Supondo que o preço de mercado para cada ordem de serviço fosse fixado previamente em R\$ 280,00 (tabela 4.7), independentemente das seqüências de transições de estados que seriam geradas ao longo do período de um ano, foram calculados o lucro produzido pela ordem de serviço e o lucro vezes o número de ocorrências anual de cada tipo de ordem de serviço. Então, a partir dos resultados dos lucros gerados pelas ordens de serviço, foi constatado que somente a seqüência de transições de estados OA AE EE AI AE EE EP CO, que caracteriza a OS # 5 em 2001 e a OS # 4 em 2002 e 2003, teria produzido perda nos 3 anos. As demais 4 ordens de serviço dentre as mais freqüentes teriam gerado lucro durante os três anos. Além disso, usando os resultados de lucro por ordem de serviço vezes o número anual de ocorrências de cada tipo de ordem de serviço, verifica-se que o lucro total gerado em cada ano poderia aumentar ou diminuir em função do tipo de seqüência de transições e de seu respectivo número de ocorrências. Em seguida, adotando o preço de R\$ 420,00 por ordem de serviço (tabela 4.8), foram calculados novamente o lucro produzido pela ordem de serviço, o lucro vezes o número de ocorrências anual de cada tipo de ordem de serviço e o lucro total gerado ano-a-ano. A partir desses valores, começamos a exercitar algumas mudanças no processo, as quais são analisadas na próxima seção.

5.4 ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS POR MEIO DAS SIMULAÇÕES DE MUDANÇAS NO PROCESSO DE MANUTENÇÃO

Nesta seção, o custo médio de todas ordens de serviço é analisado em função do aumento no número de ocorrências da OS # 1 ou da OS # 2. Essas ordens de serviço foram escolhidas, porque a OS # 1 é a de maior frequência e representa o tipo mais geral de serviço de manutenção feito nas oficinas do CEB, e a OS # 2 possui a segunda maior frequência, além de representar o tipo de serviço mais geral feito em campo. Ao considerar um acréscimo de 50% no número de ocorrências da ordem de serviço OS # 1, há um aumento de 17% no número de transições de estados realizados no CEB em cada ano. Sabe-se que o mesmo aumento no número de ocorrências da ordem de serviço OS # 2, eleva em 8% o número anual de transições efetuadas no CEB.

Em relação à primeira proposta de mudança no número de ocorrências de ordens de serviço, supondo-se que o CEB suporte o aumento de 17% no número de transições, cujo aumento estaria dividido entre os centros de custos CAC, GRU e EXE, para atender 50% a mais de ordens de serviço OS # 1, as tabelas 4.8 e 4.9 apresentam reduções nos custos de todas ordens de serviço, devido à redução na taxa de direcionadores de atividades dos três centros de custos de serviços que tiveram aumento no número de transições, já que os custos totais dos centros de custos de serviços apresentados na tabela 4.1 são considerados inalterados. Conseqüentemente, o lucro total após o aumento de ocorrências da OS # 1 (tabelas 4.8 e 4.9) teria um aumento em comparação com o caso onde as ordens de serviço consideradas foram somente as que ocorreram originalmente (tabelas 4.6 e 4.7).

Em relação à segunda proposta de mudança no número de ocorrências de ordens de serviço, supondo-se que o CEB suporte o aumento de 8% no número de transições, cujo aumento também estaria dividido entre os centros de custos CAC, GRU e EXE, para atender 50% a mais de ordens de serviço OS # 2, as tabelas 4.10 e 4.11 apresentam reduções nos custos de todas ordens de serviço, pelo mesmo motivo que o caso da ordem de serviço visto no parágrafo anterior. Do mesmo modo, verifica-se que o lucro total após o aumento de ocorrências da OS # 2 (tabelas 4.10 e 4.11) teria um aumento em comparação com o caso onde as ordens de serviço consideradas foram somente as que ocorreram

originalmente (tabelas 4.6 e 4.7). No entanto, os resultados dessa mudança no lucro total indicam um aumento menos expressivo que os resultados obtidos com o aumento da OS # 1, visto nas tabelas 4.8 e 4.9.

Supondo ainda uma terceira proposta de mudança no número de ocorrências de ordens de serviço, no caso em que o CEB preste serviço de manutenção a um hospital pequeno e suporte o aumento de 200 ocorrências na OS # 1, 125 ocorrências na OS # 2, 25 ocorrências na OS # 3 e 15 ocorrências na OS #4, as tabelas 4.12 e 4.13 apresentam reduções nos custos de todas ordens de serviço, também em função da redução na taxa de direcionadores de atividades dos quatro centros que tiveram aumento no número de transições (SUP, CAC, EXE e GRU), já que os custos totais dos centros de custos foram considerados inalterados. Entretanto, essa mudança indica um aumento menor no lucro total do que os que foram obtidos nas duas propostas anteriores (tabelas 4.8 a 4.11). É importante destacar que nessa proposta de prestação de serviço a um hospital pequeno, houve o caso onde o custo médio da ordem de serviço era maior do que o preço da ordem de serviço, tendo isso ocorrido na OS # 5 em 2001 e OS # 4 em 2002 e 2003. Ainda assim, verifica-se que o lucro total após o aumento de ocorrências nas OS # 1, OS # 2, OS # 3 e OS # 4 (tabelas 4.12 e 4.13) teria um aumento em comparação com o caso onde as ordens de serviço consideradas foram somente as que ocorreram originalmente (tabelas 4.6 e 4.7).

Os custos médios das ordens de serviço obtidos em cada uma das três propostas de mudanças analisadas acima demonstram que por causa do aumento no número anual de ocorrências de ordens de serviço realizadas no CEB, haveria redução nos custos fixos dos centros de custos do CEB alocados por meio das atividades a cada ordem de serviço do processo de manutenção. Assim, com base no terceiro objetivo específico deste trabalho e nos resultados obtidos nas seções 4.3, 4.4 e 4.5, a seguir são apresentadas as curvas obtidas com as propostas para determinação do preço médio de venda das ordens de serviço realizadas no CEB, por meio da utilização do método ABC (figuras 5.1, 5.2 e 5.3). Essas propostas baseiam-se no levantamento de curvas de lucro total *versus* preço médio da ordem de serviço, considerando o preço médio da ordem de serviço variando de R\$ 140,00 a R\$ 420,00 e as seguintes condições de ocorrências das ordens de serviço:

- ordens de serviço ocorridas originalmente;

- aumento de 50% nas ocorrências da OS # 1 (ordem de serviço realizada no CEB);
- aumento de 50% nas ocorrências da OS # 2 (ordem de serviço feita em campo);
- aumento nas ocorrências das ordens de serviço, em função da prestação de serviço de manutenção a um hospital pequeno. Esse caso se daria com o aumento de 200 ocorrências na OS # 1 (ordem de serviço realizada no CEB); aumento de 125 ocorrências na OS # 2 (ordem de serviço feita em campo); aumento de 25 ocorrências na OS # 3 (ordem de serviço realizada no CEB, após a vinda do equipamento); e aumento de 15 ocorrências na OS # 5 em 2001 e da OS # 4 em 2002 e 2003 (ordem de serviço feita no CEB, com compra de peça de reposição), sendo que para fins de simulação, como a OS # 4 em 2001 não está listada entre as ordens de serviço mais frequentes no ano de 2003, escolhemos a OS # 5 em 2001, que aparece listada em 2002 e 2003 como sendo a OS # 4 (veja tabela 4.3).

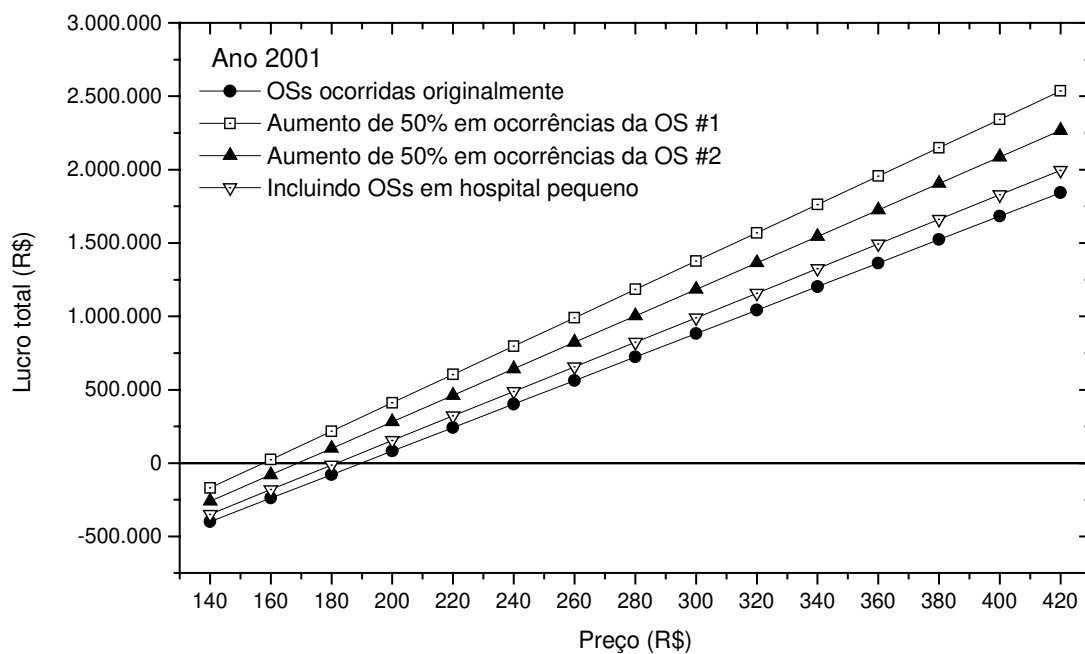


Figura 5.1 – Curvas lucro total *versus* preço por ordem de serviço – ano 2001. As curvas deste gráfico apresentam resultados de lucro total obtidos ao se especificar o preço da ordem de serviço em valores variando de R\$ 140,00 a R\$ 420,00, nas seguintes situações: ordens de serviço ocorridas originalmente; aumento de 50% nas ocorrências da OS # 1; aumento de 50% nas ocorrências da OS # 2; aumento de ordens de serviço considerando a prestação de serviço a um hospital pequeno.

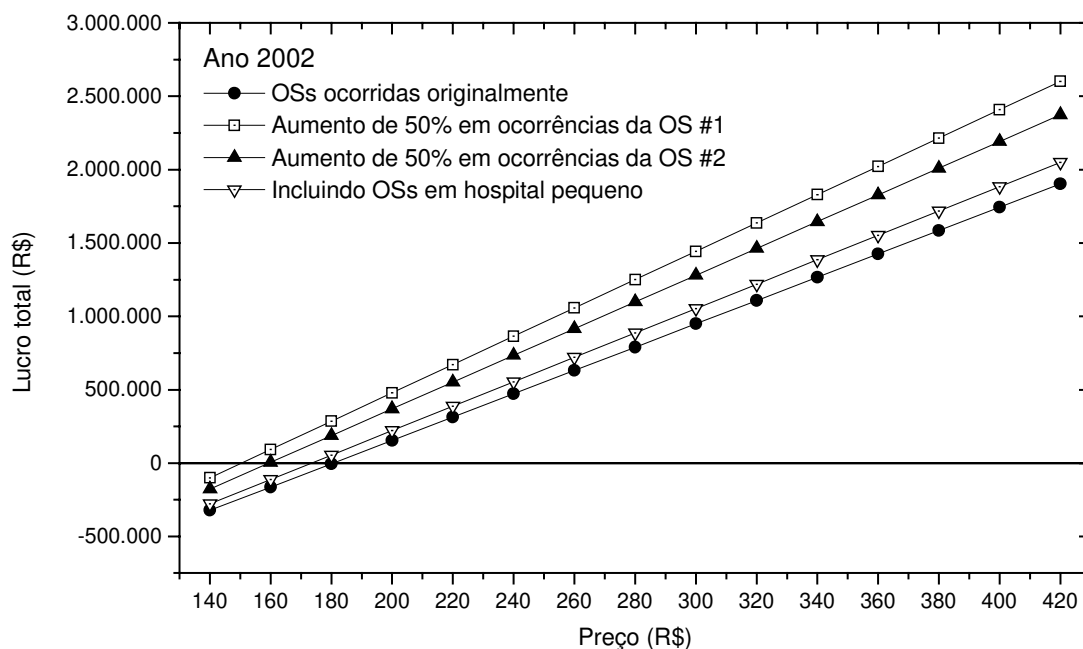


Figura 5.2 – Curvas lucro total *versus* preço por ordem de serviço – ano 2002. As curvas deste gráfico apresentam resultados de lucro total obtidos ao se especificar o preço da ordem de serviço em valores variando de R\$ 140,00 a R\$ 420,00, nas seguintes situações: ordens de serviço ocorridas originalmente; aumento de 50% nas ocorrências da OS # 1; aumento de 50% nas ocorrências da OS # 2; aumento de ordens de serviço considerando a prestação de serviço a um hospital pequeno.

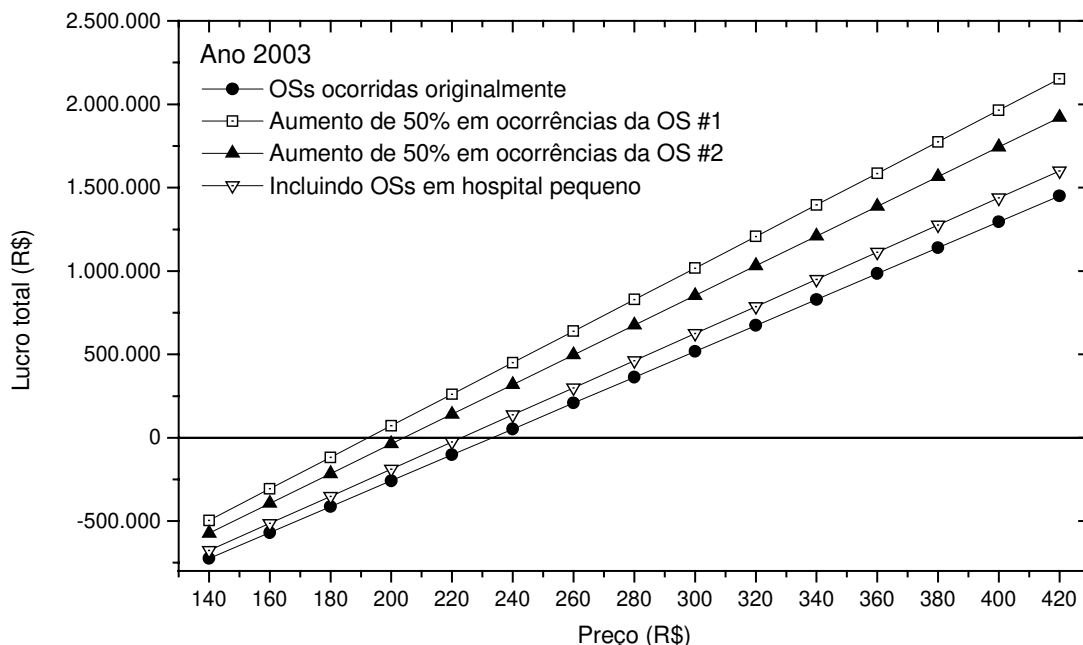


Figura 5.3 – Curvas lucro total *versus* preço por ordem de serviço – ano 2003. As curvas deste gráfico apresentam resultados de lucro total obtidos ao se especificar o preço da ordem de serviço em valores variando de R\$ 140,00 a R\$ 420,00, nas seguintes situações: ordens de serviço ocorridas originalmente; aumento de 50% nas ocorrências da OS # 1; aumento de 50% nas ocorrências da OS # 2; aumento de ordens de serviço considerando a prestação de serviço a um hospital pequeno.

Nas seções 4.3, 4.4 e 4.5, o lucro por ordem de serviço e o lucro total anual gerado pelas ordens de serviço feitas no CEB foram calculados usando o preço de mercado. No entanto, ao se considerar o preço médio da ordem de serviço igual ao preço de mercado, o resultado obtido por meio de (1) pode significar perda ao invés de lucro. Deste modo, as curvas obtidas a partir do preço de mercado (figuras 5.1, 5.2 e 5.3) são úteis para auxiliar na estimativa do preço médio da ordem de serviço em função do lucro total que é pretendido pelo CEB. Em um primeiro exemplo, com base nas curvas referentes às ordens de serviço que ocorreram originalmente em cada ano, que são apresentadas nas figuras 5.1, 5.2 e 5.3, observa-se que o preço médio da ordem de serviço que anula o lucro total nos anos 2001, 2002 e 2003 é igual a R\$ 189,84, R\$ 180,61 e R\$ 233,30, respectivamente. Em um segundo exemplo, na figura 5.3 a curva lucro total *versus* preço por ordem de serviço do ano 2003 indica que o preço médio por ordem de serviço igual a R\$ 233,30 representa um lucro total de aproximadamente R\$ 375.000,00

considerando-se o acréscimo de 50% nas ocorrências de OS # 1 às ordens de serviço ocorridas originalmente, sendo que R\$ 375.000,00 geraria um excedente para o CEB correspondente a 19,20 % do custo total dos centros de custos de serviços apresentado na tabela 4.2 para o ano de 2003. Em um terceiro exemplo, com base ainda na figura 5.3, o preço médio da ordem de serviço igual a R\$ 260,00 corresponde a um lucro total equivalente a R\$ 250.000,00 para as ordens de serviço ocorridas originalmente, incluindo as ordens de serviço feitas para prestar serviço de manutenção a um pequeno hospital. Neste caso, o excedente gerado para o CEB equivaleria a 12,80% do custo total dos centros de custos de serviços apresentado na tabela 4.2. Esses exemplos comprovam que a determinação do preço médio de venda por ordem de serviço depende do percentual equivalente ao excedente pretendido em cada ano (Martins, 2001).

Além da análise dos resultados das propostas de mudanças no processo de manutenção apresentada nesta seção, convém demonstrar que a redução idêntica e simultânea de todos os tempos médios das transições de estado (e de cada direcionador de atividades, o qual equivale ao somatório dos tempos médios de todas as transições realizadas em cada centro de custos de serviços) não altera o custo médio de nenhuma dessas transições, e conseqüentemente do custo médio e do lucro gerado por ordem de serviço. Deste modo, a curva lucro total *versus* preço, considerando as reduções nos tempos médios de todas transições e nos direcionadores de atividades, é idêntica à curva lucro total *versus* preço com tempos médios e direcionadores de atividades originalmente medidos. A demonstração matemática apresentada a seguir considera reduções idênticas e simultâneas nos tempos médios de todas transições e nos direcionadores de atividades.

custo médio da transição = taxa do centro de custos $\times$ tempo médio da transição

onde taxa do centro de custos = $\frac{\text{custo do centro de custos}}{\text{direcionador de atividades}}$

Reduzir tempo médio da transição e direcionador é igual a:

(I) taxa do centro de custos = $\frac{\text{custo do centro de custos}}{\text{redutor} \times \text{direcionador de atividades}}$

(II) custo médio da transição = taxa do centro de custos $\times$ tempo médio da transição $\times$ redutor

Aplicando (I) em (II), tem-se:

custo médio da transição = $\frac{\text{custo do centro de custos}}{\text{redutor} \times \text{direcionador de atividades}} \times \text{tempo médio da transição} \times \text{redutor}$

A redução de todos os tempos médios das transições ocorridas em apenas um dos centros de custos de serviços, produziria o mesmo resultado de custo médio por ordem de serviço, conforme a demonstração anterior, e ainda, geraria uma provável fila no processo de manutenção, visto que os tempos médios das transições ocorridas nos outros centros de custos de serviços permanecem inalterados.

5.5 ANÁLISE DOS MODELOS DE CUSTO E DESEMPENHO PARA SELECIONAR A MELHOR

MODALIDADE DE SERVIÇO DE MANUTENÇÃO

A melhor modalidade de serviço de manutenção para as 4 unidades radiográficas e para o tomógrafo computadorizado no setor de Radiologia não pode ser escolhida com base na figura 4.13 exclusivamente, visto que a manutenção interna com o menor custo tem o menor desempenho e a manutenção terceirizada com o maior desempenho tem o maior custo. Portanto, para complementar os resultados apresentados na figura 4.13, a tabela 5.2 apresenta os desempenhos e custos normalizados de acordo com a tabela 4.27, e ainda dois indicadores calculados usando esses valores normalizados, que são a razão desempenho custo (RDC) e a razão desempenho custo líquido (RDCL). O RDC do serviço de manutenção terceirizada e do serviço de manutenção interna para cada tipo de equipamento foi estimado usando (28).

$$RDC = \frac{\text{desempenho normalizado}}{\text{custo normalizado}} \quad (28)$$

O RDCL correspondente a cada tipo de equipamento foi calculado por meio de (29).

$$RDCL = \frac{RDC \text{ manutenção interna}}{RDC \text{ manutenção terceirizada}} \quad (29)$$

Tabela 5.2 – Razão desempenho custo (RDC), e a razão desempenho custo líquido (RDCL) referentes aos modelos de custo e desempenho para escolher a melhor modalidade de serviço de manutenção para 4 unidades radiográficas e 1 tomógrafo computadorizado no setor de Radiologia.

equipamento	manutenção	desempenho normalizado	custo normalizado	RDC	RDCL
4 Unid. Rad.	Terceirizada	0,60	0,96	0,62	16,13
	Interna	0,40	0,04	10,00	
equipamento	manutenção	desempenho normalizado	custo normalizado	RDC	RDCL
1 TC	Terceirizada	0,60	0,87	0,69	4,46
	Interna	0,40	0,13	3,08	

A conclusão obtida com os valores do RDC da tabela 5.2, é que tanto para as 4 unidades radiográficas, quanto para o tomógrafo computadorizado, a manutenção interna é melhor que a manutenção terceirizada, visto que o RDC do serviço de manutenção interna é maior. Além disso, às vezes, tem-se recursos para investir apenas na manutenção interna das 4 unidades radiográficas ou na manutenção interna do tomógrafo, então uma das dessas opções deverá ser priorizada na utilização dos recursos. A conclusão obtida com os valores do RDCL da tabela 5.2, é que a manutenção interna do tomógrafo computadorizado deverá ser priorizada, porque o RDCL do tomógrafo computadorizado é maior.

5.6 IMPORTÂNCIA DO MODELO ABC NA ANÁLISE DO MERCADO DE MANUTENÇÃO

Os resultados apresentados neste trabalho demonstram o começo da análise do serviço de manutenção feito na UNICAMP, sob o critério de custo, frente ao mercado de manutenção de equipamentos médico-assistenciais. Com esses resultados, um passo foi dado no sentido de se buscar os caminhos para se tornar viável a comercialização dos serviços prestados pelo CEB.

O recente planejamento estratégico do CEB/UNICAMP apresenta a oportunidade de absorção da demanda de ordens de serviço que seriam realizadas por meio de contratos de serviço de manutenção. Os hospitais de pequeno porte, localizados na mesma região geográfica da UNICAMP, representam um mercado potencial de serviço de manutenção. Dado este cenário, o CEB poderia desenvolver uma estratégia de vendas de ordens de serviço a preços competitivos, sendo que para propor a prestação de serviço de manutenção a esses hospitais é necessário ter uma margem de negociação. Sabendo-se que

o preço é estabelecido antes da realização do serviço, foi analisada como a implementação das mudanças necessárias para prestar serviço a esses hospitais influenciariam o lucro total do CEB utilizando os dados históricos de três anos consecutivos. Assim, foi exercitada, por meio de simulação, como pelo menos três propostas de aumento de ocorrência na quantidade anual de ordens de serviço (50% de aumento de ocorrência da OS # 1; 50% de aumento da OS # 2; e aumentos de ocorrências em quatro tipos de ordens de serviço para prestar serviço de manutenção a um hospital pequeno) modificariam os custos das ordens de serviço e, conseqüentemente, o lucro total em função de diversas opções de preço de venda das ordens de serviço. Além disso, a entrada do CEB no mercado de serviço de manutenção, provavelmente produzirá uma alteração no comportamento deste mercado, devido as barreiras de entrada e a competição entre os concorrentes (Porter, 1991), que pode resultar no aumento ou na redução do preço de venda da ordem de serviço. Com isso, se evidencia a utilidade da informação obtida por meio do método ABC para exercitar o gerenciamento do processo de manutenção baseado no lucro anual gerado pelas possíveis mudanças neste processo, de modo a viabilizar o plano de negócios a ser praticado pelo CEB para ganhar mercado de serviço de manutenção.

CAPÍTULO 6: CONCLUSÕES

São as conclusões deste trabalho:

6.1 CONCLUSÃO GERAL

A tese deste trabalho descreve que é possível integrar o método ABC e o sistema de gerenciamento do serviço de manutenção de equipamentos médico-assistenciais do CEB. Para confirmar a tese, as hipóteses a seguir foram formuladas:

- o conceito de atividade do método ABC equivale à transição de estados do processo de manutenção;
- a capacidade de gestão dos custos fixos na instituição pública é reduzida, visto que não se pode diminuir suas causas para evitar os reajustes anuais dos seus valores. Ainda assim, é possível fazer um sistema de gestão ABM aplicado ao processo de manutenção que possui custos fixos (pessoal, depreciação e gastos gerais).

6.2 CONCLUSÕES ESPECÍFICAS

Conclui-se que os objetivos específicos foram alcançados:

- é possível propor um modelo de cálculo de custos usando o método ABC aplicado ao processo de manutenção;
- é possível calcular os custos das ordens de serviço de manutenção do processo real;
- é possível exercitar o ABM em função dos custos das ordens de serviço que foram obtidos e do lucro anual pretendido pelo CEB.

Conclui-se também que a combinação do método ABC e da técnica AHP é promissora e aplicável para apoiar o gerenciamento do serviço de manutenção de equipamentos médico-assistenciais.

6.3 PROPOSTAS DE TRABALHO FUTURO

As propostas de trabalho futuro são:

- usar o método ABC para calcular os custos das ordens de serviço, ao incluir no processo de manutenção as atividades requeridas para vender o serviço de manutenção;
- exercitar o fluxo de caixa referente à venda das ordens de serviço, considerando-se os prazos e as formas de pagamentos de contas e recebimentos pela prestação de serviço de manutenção;
- usar a técnica AHP para atribuir pesos às transições de estados, de modo a analisar como, além do tempo médio da transição, a complexidade das operações envolvidas nas transições influencia os custos das transições;
- estudar a implementação do método ABC integrado às ferramentas de *software* já existentes no processo de manutenção;
- usar o método ABC para calcular o custo médio da ordem de serviço conforme o grupo responsável pelo serviço de manutenção de cada conjunto de equipamentos médico-assistenciais;
- usar o método ABC para calcular o custo médio da ordem de serviço de acordo com o tempo de uso dos equipamentos médico-assistenciais;
- analisar a prioridade de realização do serviço de manutenção com base na estimativa do custo da hora parada de cada classe de equipamento médico-assistencial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMSON, Harold W. Evolution of a hospital-based clinical engineering contract service. *Journal of Clinical Engineering*, October/December, 1982.
- ANGELIS, D. I., LEE, C. –Y. Strategic investment analysis using activity based costing concepts and analytical hierarchy process techniques. *International Journal Production Research*, vol. 34(5), 1996.
- BASSANI, José W. M., ROCHA, Leticia S., LÜDERS, Marcos L., BIZINOTTO, Wilson J. Micro-process based management of medical equipment maintenance in *Proceedings of the 2nd. Joint EMBS/BMES Conference*, Houston, USA, October 23-26, 2002.
- BAUMEISTER, Jerry. Hospital financial audit of medical equipment maintenance: a case study. *Journal of Clinical Engineering*, May/June, 1987.
- BÖRJESSON, Sofia. What kind of activity-based information does your purpose require? – Two case studies. *International Journal of Operations & Production Management*, vol. 14(12), 1994.
- BREM, Lisa. *Cambridge Hospital Community Health Network – The Primary Care Unit*. Boston, MA: Harvard Business School Publishing, 2000.
- CIMA. *Management Accounting Official Terminology*. London: Chartered Institute of Management Accountants, 1991.
- COHEN, Ted. *Computerized maintenance management systems for clinical engineering*. Arlington, VA: Association for the Advancement of Medical Instrumentation, 2003.

COOPER Robin, KAPLAN, Robert S. Measure costs right: make the right decisions. *Harvard Business Review*, September/October, 1988.

DESSUREAULT, S., SCOBLE, M. J. Capital investment appraisal for the integration of new technology into mining systems. *Transactions of the Institution of Mining and Metallurgy Section a-Mining Industry*, January/April, 2000.

DYRO, Joseph F. *Clinical engineering handbook*. Burlington, MA: Elsevier Academic Press, 2004.

FURST, Emanuel. Productivity and cost-effectiveness of clinical engineering. *Journal of Clinical Engineering*, March/April, 1986.

IUDÍCIBUS, Sérgio. *Contabilidade introdutória*. São Paulo: Atlas, 1993.

KAPLAN, Robert S. *Introduction to Activity Based Costing*. Boston, MA: Harvard Business School Publishing, 1998.

KAPLAN, Robert S., COOPER, Robin. *Cost and effect: using integrated cost systems to drive profitability and performance*. Boston, MA: Harvard Business School Press, 1998.

KAPLAN, Robert S., ANDERSON, Steven R. Time-driven activity-based costing. *Harvard Business Review*, November, 2004.

LIBERATORE, Matthew J., NYDICK, Robert L. *Decision technology – modeling, software, and applications*. John Wiley & Sons, 2003.

MARTINS, Eliseu. *Contabilidade de custos*. São Paulo: Atlas, 2001.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. *Equipamentos para estabelecimentos assistenciais de saúde*. São Paulo, 1993.

NESS, Joseph A., CUCUZZA, Thomas G. Tapping the full potential of ABC. *Harvard Business Review*, July/August, 1995.

PORTER, Michael E. *Estratégia competitiva: técnicas para análise de indústrias e da concorrência*. Rio de Janeiro: Campus, 1991.

ROCHA, Leticia S. *Sistema de custeio baseado em atividades como ferramenta gerencial em engenharia clínica*, dissertação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2000.

ROCHA, Leticia S., BASSANI, José W. M. Custeio baseado em atividades aplicado à engenharia clínica in *Anais do XVIII Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica*, São José dos Campos, Brasil, 9-12 de setembro, 2002.

ROCHA, Leticia S., BASSANI, José W. M. Activity based costing applied to clinical engineering in *Proceedings of the 2nd. Joint EMBS/BMES Conference*, Houston, USA, October 23-26, 2002.

ROCHA, Leticia S., BASSANI, José W. M. Activity-based costing for clinical engineering in *IFMBE Proceedings Series 2nd. European Medical & Biological Engineering Conference*, vol. 3, Vienna, Austria, December 04-08, 2002.

ROCHA, Leticia S., BASSANI, José W. M. Cost management of medical equipment maintenance in *Proceedings of the 26th Annual International Conference of the IEEE EMBS*, San Francisco, USA, September 1-5, 2004.

ROCHA, Leticia S., SLOANE, Elliot B., BASSANI, José W. M. Optimal medical equipment maintenance service proposal decision support system combining Activity Based Costing (ABC) and the Analytic Hierarchy Process (AHP) in *Proceedings of the 27th Annual International Conference of the IEEE EMBS, Shanghai, China, 2005*.

SAATY, Thomas L. How to make a decision: the analytic hierarchy process. *European Journal of Operational Research*, vol. 48, 1990.

SCHILDT, Herbert. *Borland C++: The Complete Reference*. Berkeley, CA: Osborne McGraw-Hill, 1997.

SLOANE, Elliot B., LIBERATORE, Matthew J., NYDICK, Robert L. Medical decision support using the analytic hierarchy process. *Journal of Healthcare Information Management*, Fall 2002.

THEMIDO, I., ARANTES, A., FERNANDES, C., GUEDES, A. P. Logistic cost case study — an ABC approach. *Journal of the Operational Research Society*, vol. 51(10), 2000.

TOPHAM, W. S. The cost of a clinical engineering department. *Journal of Clinical Engineering*, October/December, 1976.

TURNER, Peter B. B. *Common cents: the ABC performance breakthrough (how to succeed with activity-based costing)*. Hillsboro, OR: Cost Technology, 1991.

VASCONCELOS, Luiz A. T., BACIC, Miguel J. *Principais questões conceituais e práticas da gestão de custos*, apostila de aula, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 1999.

WANG, Binseng, RICE, William P. JCAHO's equipment inclusion criteria revisited — Application of statistical sampling technique. *Journal of Clinical Engineering*, January/March, 2003.

WEBSTER, John G. *Encyclopedia of medical devices and instrumentation*. New York, NY: Wiley, 1988.