Universidade Estadual de Campinas
Faculdade de Engenharia Elétrica e Computação
Departamento de Engenharia Biomédica

INDICADORES DE DESEMPENHO, CUSTO E SATISFAÇÃO PARA GERENCIAMENTO DE TECNOLOGIA MÉDICA

Autora: Mariana Zacchi Vilela

Orientador: José Wilson Magalhães Bassani

Trabalho apresentado à Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação da UNICAMP como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Elétrica

Área de Concentração: Engenharia Biomédica

Comissão Examinadora

José Wilson Magalhães Bassani	DEB – FEEC - UNICAMP
Ernesto Fernando Ferreyra Ramírez	CTU - DEEL - UEL
Saide Jorge Calil	DEB – FEEC – UNICAMP

Campinas, novembro de 2009

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

V711i

Vilela, Mariana Zacchi
Indicadores de desempenho, custo e satisfação para gerenciamento de tecnologia médica / Mariana Zacchi Vilela. --Campinas, SP: [s.n.], 2009.

Orientador: José Wilson Magalhães Bassani.
Dissertação de Mestrado - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação.

1. Indicadores de qualidade em assistência a saúde. 2. Engenharia biomedica. 3. Hospitais - Departamento de engenharia. 4. Hospitais - Serviços de manutenção. I. Bassani, José Wilson Magalhães. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação. III. Título.

Título em Inglês: Performance, cost and satisfaction indicators for management of medical technology
Palavras-chave em Inglês: Quality indicator helath care, Medical engineering, Engineering departments in hospitals, Hospital housekeeping
Área de concentração: Engenharia Biomédica
Titulação: Mestre em Engenharia Elétrica
Banca examinadora: Ernesto Fernando Ferreyra Ramírez , Saide Jorge Calil
Data da defesa: 28/09/2009
Programa de Pós Graduação: Engenharia Elétrica

COMISSÃO JULGADORA - TESE DE MESTRADO

Candidata: Mariana Zacchi Vilela

Data da Defesa: 28 de setembro de 2009

Título da Tese: "Indicadores de Desempenho, Custo e Satisfação para Gerenciamento de Tecnologia Médica"

Prof. Dr. José Wilson Magalhães Bassani (Presidente): _____

Prof. Dr. Ernesto Fernando Ferreyra Ramírez: _____

Prof. Dr. Saide Jorge Calil: _____

AGRADECIMENTOS

A Deus.

Ao Prof. Dr. José Wilson Magalhães Bassani pela orientação, confiança e estímulo necessários ao desenvolvimento deste trabalho.

A minha família pelo apoio incondicional.

Aos funcionários do Departamento de Engenharia Biomédica e Centro de Engenharia Biomédica da UNICAMP pelo apoio na coleta de dados.

A Profª. Drª. Rosana Almada Bassani pelos comentários e sugestões durante as reuniões do *Journal Club*.

Aos meus queridos amigos.

A todos que acreditaram e colaboraram com este trabalho.

A Capes pelo apoio financeiro.

RESUMO

Neste trabalho foi descrito o desenvolvimento e a aplicação de um indicador tri-dimensional de atividades produtivas (I_{CEB}). O indicador foi aplicado para auxiliar o gerenciamento de tecnologia médica no Centro de Engenharia Biomédica (CEB) da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). As três dimensões consideradas foram desempenho (I_{CEB}^{D}), custo (I_{CEB}^{C}) e satisfação (I_{CEB}^{S}). I_{CEB} foi calculado com dados obtidos de ordens de serviço (OS) executadas pela equipe de Engenharia Clínica (EC) do CEB. O indicador foi usado para analisar: a) diferentes setores do hospital da UNICAMP; b) diferentes grupos da equipe de manutenção; c) técnicos da equipe de EC; e d) diferentes classes de equipamento. A análise foi realizada no período de 2001 a 2006. Os resultados mostraram diferenças no atendimento da manutenção entre as áreas estudadas. Diferenças importantes no desempenho entre os membros da equipe também foram encontradas. A análise de variância bifatorial mostrou diferenças significativas entre os setores do hospital, no entanto não tiveram relação com o ano da análise. Tendo em vista a diversidade de locais e equipamentos envolvidos e que os custos com peças e serviços externos têm se elevado ao longo dos anos o I_{CEB}^{C} manteve-se estável e não apresentou diferenças significativas de 2001 a 2006. Diferenças nos I_{CEB}^{D} entre alguns técnicos do CEB chamam a atenção para o que pode ser necessidade de treinamento e qualificação. A aplicação de I_{CEB} mostrou também que quanto maior a complexidade dos equipamentos, maior o tempo e os custos com manutenção. Além das dimensões mais clássicas (desempenho e custo), a dimensão referente à satisfação do cliente (I_{CEB}^{S}) mostrou correlação com o desempenho (I_{CEB}^{D}). No entanto, análises adicionais devem ser feitas para explorar melhor este aspecto. As informações obtidas da análise tridimensional possibilitam a conclusão de que determinados setores do hospital requerem atenção especial em pelo menos uma das três dimensões.

ABSTRACT

This work describes the development and application of a general tri-dimensional indicator of productive activities (I_{CEB}). This indicator was applied for helping management of health technology at the Center for Biomedical Engineering (CEB), University of Campinas (UNICAMP). The three dimensions taken into account were performance (I^{D}_{CEB}), cost (I^{C}_{CEB}) and satisfaction (I^{S}_{CEB}). I_{CEB} calculation was based on data obtained from the service orders (CEB database) undertaken by the Clinical Engineering (CE) staff of CEB. The indicator was used to analyze: a) support to different sectors of UNICAMP hospitals; b) different groups within the CE staff; c) individual technicians of the CE staff; and d) different types of equipment. The analysis was performed for the period from 2001 to 2006. The results indicate that the maintenance support to the different sectors is not homogeneous. Important differences were also detected in the performance of the staff members. Two-way analysis of variance detected significant differences among sectors of the hospital, which, were not related to the year of analysis. It is quite surprising that although prices for equipment parts, as well as for third-party service contracts, have markedly increased during the years, I^{C}_{CEB} did not change appreciably from 2001 to 2006. Differences in I^{D}_{CEB} among technicians of the CEB staff may indicate the need for further training and qualification. Application of I_{CEB} also made it clear that, as the complexity of the medical device increases, time to repair and maintenance cost also increase. In addition to the more classical dimensions (performance and cost), the client satisfaction dimension (I^{S}_{CEB}) was showed to correlate with performance (I^{D}_{CEB}). Further quantitative analysis must be carried on in the future to better explore this aspect. The information obtained from the three-dimensional analysis made it possible to conclude that some hospital areas require special attention, for one or more of the analyzed dimensions.

ÍNDICE

LISTA DE FIGURAS viii
LISTA DE TABELAS xi
GLOSSÁRIO xii
1. INTRODUÇÃO 01
2. OBJETIVOS 07
3. METODOLOGIA 08
3.1. Cálculo de I_{CEB} 11
3.2. Subíndices de I_{CEB} 15
4. RESULTADOS 17
4.1. I^{D}_{CEB} e I^{C}_{CEB} de OS de equipamentos dos setores do hospitalal 17
4.2. I^{D}_{CEB} e I^{C}_{CEB} de OS direcionadas aos grupos de manutenção do CEB 23
4.3. I^{D}_{CEB} e I^{C}_{CEB} de OS executadas pelos técnicos da manutenção do CEB 26
4.4. I^{D}_{CEB} e I^{C}_{CEB} de OS de distintas classes de equipamentos da área de saúde da UNICAMP 31
4.5. I^{D}_{CEB}, I^{C}_{CEB} e I^{S}_{CEB} de OS de equipamentos dos setores do hospital 33
4.6. Subíndices de I_{CEB} 35
5. DISCUSSÃO 39
6. CONCLUSÃO 46
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 47

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 3.1. Diagrama de estados representando o sistema de acompanhamento das OS no CEB-UNICAMP. Cada código representa o estado (*status*) das OS e a seta aponta para o setor responsável pela referida situação. Estes estados são denominados de microprocessos. Eles são ativados e, dentro de cada um, várias micro atividades são desempenhadas. Os números representam as trajetórias possíveis. Cada trajetória levando até a conclusão de uma OS corresponde a um tipo de OS 09

FIGURA 3.2. Distribuição dos produtos (número de OS em porcentagem do total) de acordo com o tempo (em dias) necessários para a conclusão do serviço de manutenção..... 14

FIGURA 4.1. I_{CEB} Custo-Desempenho do CC, UR, PS, UTI e FT. Os setores estão representados por cores diferentes, cada ponto representa um ano e os números de 1 a 6 correspondem aos anos de 2001 a 2006, respectivamente. O tamanho dos símbolos assim como a seqüência com que os setores estão na legenda corresponde à quantidade de *OS* no setor. As linhas contínuas representam as médias (custo e desempenho) dos cinco setores, e as linhas pontilhadas o desvio padrão. Os dados estão apresentados nas mesmas escalas variando de 0 a 1,0 18

FIGURA 4.2. I_{CEB} Custo-Desempenho do CC e PS de 2001 a 2006. Os setores estão representados por símbolos diferentes, cada ponto representa um ano e os números de 1 a 6 correspondem aos anos de 2001 a 2006, respectivamente. Os símbolos maiores representam a média para o respectivo setor, e as letras sobre esses pontos, o grau atingido (Desempenho, Custo). As linhas contínuas representam as médias (custo e desempenho) dos setores, e as linhas pontilhadas o desvio padrão. Os dados estão apresentados nas mesmas escalas variando de 0 a 1,0 19

FIGURA 4.3. Valores médios e respectivos erros padrões de I^{D}_{CEB} e I^{C}_{CEB} para os cinco setores da área de saúde, de 2001 a 2006. P<0,05; F= 5,29; DF= 29. 20

FIGURA 4.4. I^{D}_{CEB} para o CC e PS, de 2001 a 2006 . P<0,05; F = 15,85; GL=36 21

FIGURA 4.5. I_{CEB} Custo-Desempenho para os cinco setores do hospital de 2001 a 2006, destacando o PS (círculo preto). Os retângulos coloridos representam o conjunto de *OS* apenas dos (ver legenda da figura) esfigmomanômetros (rosa) e o conjunto de todas *OS* excluindo os esfigmomanômetros (verde). As linhas contínuas representam as médias

(custo e desempenho) dos setores, e as linhas pontilhadas o desvio padrão. Os dados estão apresentados nas mesmas escalas variando de 0 a 1,0 22

FIGURA 4.6. I_{CEB} Custo-Desempenho para os grupos de MEC, LAB, DIA e IMA de 2002 a 2006. Cada setor é representado por uma cor e o tamanho do símbolo é proporcional à quantidade de *OS* nos grupos. Cada ponto corresponde a um ano. As linhas contínuas representam as médias (custo e desempenho) dos quatro grupos de manutenção, e as linhas pontilhadas o desvio padrão. Os dados estão apresentados nas mesmas escalas variando de 0 a 1,0 24

FIGURA 4.7. I_{CEB} Custo-Desempenho para os grupos de manutenção do CEB. O I_{CEB} médio dos grupos está representado em cinza. Os demais símbolos representam o I_{CEB} de *OS* que ativaram os microprocessos AI e EX (círculos), *OS* que não ativaram AI e EX (quadrados), *OS* de equipamentos com contrato de serviço terceirizado, porém com custos adicionais aos do contrato (X), e o I_{CEB} de *OS* de equipamentos com contrato incluindo o valor do contrato. As linhas contínuas representam as médias, e as linhas pontilhadas o desvio padrão. Os dados estão apresentados nas mesmas escalas variando de 0 a 1,0 25

FIGURA 4.8. I_{CEB} Custo-Desempenho de *OS* executadas por técnicos da manutenção dos grupos da MEC, LAB, DIA e IMA de 2002 a 2006. Cada grupo de manutenção é representado por uma cor e um símbolo e cada ponto representa um técnico. As linhas contínuas representam as médias dos índices de desempenho e custo dos técnicos, e as linhas pontilhadas o desvio padrão. Os dados estão apresentados nas mesmas escalas variando de 0 a 1,0 27

FIGURA 4.9. I_{CEB} Custo-Desempenho de *OS* executadas por técnicos da manutenção do CEB com índices de desempenho abaixo do desvio padrão. Os quatro técnicos pertencem ao grupo de LAB. Cada técnico é representado por um símbolo. Os símbolos verdes representam a classe de equipamentos com maior número de *OS*, e os símbolos rosa, o grupo que excluiu as *OS* dessas classes de equipamentos. As linhas contínuas representam as médias dos índices de desempenho e custo de todos os técnicos estudados (Figura 4.8), e as linhas pontilhadas o desvio padrão. Os dados estão apresentados nas mesmas escalas variando de 0 a 1,0 28

FIGURA 4.10. I_{CEB} Custo-Desempenho de *OS* executadas por técnicos da manutenção do CEB com índices de desempenho acima do desvio padrão. Os técnicos T1 e T3 pertencem ao grupo de IMA, já o T2 ao grupo de LAB. Cada técnico é representado por um símbolo. Os símbolos verdes representam a classe de equipamentos com maior número de *OS*, e os símbolos rosa o grupo que excluiu as *OS* dessas classes de equipamentos. As linhas contínuas representam as médias dos índices de desempenho e custo de todos os técnicos estudados (Figura 4.8), e as linhas pontilhadas o desvio padrão. Os dados estão apresentados nas mesmas escalas variando de 0 a 1,0 30

FIGURA 4.11. I_{CEB} Custo-Desempenho de esfigmomanômetros, monitores de beira de leito e ventiladores pulmonares. O I_{CEB} médio de todas as *OS* estão representados pelos círculos cheios, e os círculos vazios representam o I_{CEB} médio de *OS* que ativaram os microprocessos AI e/ou EX. Os dados estão apresentados nas mesmas escalas variando de 0 a 1,0 32

FIGURA 4.12. I_{CEB} de desempenho x custo x satisfação de setores da área de saúde da UNICAMP. Os dados foram obtidos de *OS* de MC entre 2008 e 2009 34

FIGURA 4.13. I_{CEB}^{1}, I_{CEB}^{8} e $I_{CEB}^{>64}$, de cinco setores do hospital. As barras representam a porcentagem de *OS* finalizadas em até 1 dia, em até 8 dias e em mais de 64 dias, de 2001 a 2005, e os pontos representam o ano de 2006 36

FIGURA 4.14. I_{CEB}^{1}, I_{CEB}^{8} e $I_{CEB}^{>64}$, de três classes de equipamentos. As barras representam a porcentagem de *OS* finalizadas em até 1 dia, em até 8 dias e em mais de 64 dias, de 2001 a 2005, e os pontos representam o ano de 2006 37

LISTA DE TABELAS

TABELA 3.1. Definição dos possíveis estados das ordens de serviço 10

TABELA 3.2. Distribuição hipotética de produtos (*p*) segundo os tempos necessários para sua produção. Na terceira linha, abaixo do símbolo ≤ está a potência de 2, do tempo do conserto. Na linha marcada com % está a porcentagem obtida da contagem do número de consertos em tempo menor ou igual (≤) ao indicado pela potência de 2, incluindo os maiores (>) que 2^n. Na linha Np está o número de consertos para as respectivas porcentagens. I_{CEB} foi calculado usando a equação (1). 13

TABELA 3.3. Distribuição hipotética de produtos (*p*) segundo os custos necessários para sua produção. Na terceira linha, abaixo do símbolo ≤ está a potência de 2, do custo do conserto. As demais linhas são iguais as da Tabela 3.2 13

TABELA 3.4. Distribuição hipotética de produtos (*p*) segundo a avaliação de satisfação de sua produção. Na terceira linha, abaixo do símbolo ≥ estão as notas referentes a satisfação, utilizadas para cálculo do índice de desempenho e de custo. As demais linhas são iguais as da Tabela 3.2 13

TABELA 3.5. Distribuição de produtos (*p*) segundo os tempos necessários para sua produção 15

TABELA 4.1. I_{CEB} desempenho, custo e satisfação de setores da área de saúde da UNICAMP, assim como os graus (A, B, C e D) atribuídos ao valor de I_{CEB} obtido. Foram estabelecidos os seguintes graus: A (1,0≥ I_{CEB}≥0,80); B (0,80> I_{CEB} ≥0,60); C (0,60> I_{CEB} ≥0,50) e D (0,50> I_{CEB} ≥0,0) 33

TABELA 4.2. I_{CEB} das classes de equipamentos e seus respectivos graus, e o T_{OFF} destas classes de equipamentos no ano de 2005 38

GLOSSÁRIO

AAMI	*Association for the Advancement of Medical Instrumentation*
ACCE	*American College of Clinical Engineering*
ADM	*Análise no Domínio dos Microprocessos*
AHA	*American Hospital Association*
AI	*Aquisição de peça de reposição*
ASHE	*American Society for Hospital Engineering*
BLS	*Balanced Scorecard*
CAC	*Central de Atendimento ao Cliente*
CAISM	*Centro de Atenção Integral à Saúde da Mulher*
CC	*Centro Cirúrgico*
CEB	*Centro de Engenharia Biomédica*
DIA	*Diagnóstico*
EC	*Engenharia Clínica*
ECRI	*Emergency Care Research Institute*
EX	*Ordem de serviço realizada por empresa terceirizada*
EXE	*Pessoal Técnico Executor*
FT	*Fisioterapia*
GEC	*Gerencia de Engenharia Clínica*
GRU	*Grupo de Engenheiros Clínicos*
HC	*Hospital das Clínicas*
I_{CEB}^{C}	*Índice CEB de Custo*
I_{CEB}^{D}	*Índice CEB de Desempenho*
I_{CEB}^{S}	*Índice CEB de Satisfação*
I_{CEB}^{1}	*Porcentagem de Processos Resolvidos em até 1 Dia*
I_{CEB}^{8}	*Porcentagem de Processos Resolvidos em até 8 Dias*
$I_{CEB}^{>64}$	*Porcentagem de Processos Resolvidos em mais de 64 Dias*
IMA	*Imagem*
JCAHO	*Joint Commission on the Accreditation of Healthcare Organization*
LAB	*Laboratório*
MC	*Manutenção Corretiva*
MEC	*Mecânica*
MP	*Manutenção Preventiva*
NFPA	*National Fire Protection Association*
OS	*Ordem de Serviço*
PS	*Pronto Socorro*
SUP	*Suprimentos e Finanças*

T_{OFF}	*Tempo de Indisponibilidade do Equipamento*
UNICAMP	*Universidade Estadual de Campinas*
UR	*Unidade Respiratória*
UTI	*Unidade de Terapia Intensiva*

Capítulo 1

Introdução

As atividades de gerenciamento de equipamentos médico-hospitalares tiveram início, nos Estados Unidos, na década de 60, quando ficou evidenciada a existência de problemas de segurança elétrica em hospitais. A partir daí, organizações como a *National Fire Protection Association* (NFPA) elaboraram testes de segurança elétrica para equipamentos e instalações em hospitais. Posteriormente, a *Joint Commission on the Accreditation of Healthcare Organization* (JCAHO) passou a utilizar esses testes como padrões, e os hospitais se viram forçados a realizar testes de segurança elétrica em todos os equipamentos e instalações de uso direto em pacientes, regularmente. Os hospitais que optaram por compor sua equipe para realizar esses testes impulsionaram o surgimento dos primeiros departamentos de engenharia com a presença de técnicos e engenheiros no ambiente hospitalar (BRONZINO, 1992; SHAFFER, 1992). Com o tempo, ficou evidenciado por meio de inspeções que outros problemas também eram causados pelo uso indevido dos equipamentos, devido a falta de treinamento e de manutenção, ou seja, falta de gerenciamento tecnológico. Foi quando os departamentos de engenharia passaram a se envolver com atividades mais complexas do que apenas a realização de testes de segurança e pequenos reparos. Como conseqüência, a necessidade desse gerenciamento especializado impulsionou o surgimento da Engenharia Clínica (EC) (BRONZINO, 1992; ECRI, 1989a, ECRI, 1989c).

É importante destacar que o teste de segurança elétrica, apenas alavancou as atividades da EC nos hospitais americanos, que ao longo desses anos, foi absorvendo recursos tecnológicos da engenharia e influência de processos de melhorias mundiais como: garantia da qualidade, certificações ISO, normatizações internacionais e padrões de acreditação hospitalar utilizados pela JCAHO, entre outros. Importante colaboração também tem sido dada, por organizações governamentais e não governamentais que se especializaram no suporte ao gerenciamento de equipamentos médico-hospitalares, estabelecendo padrões de referência de credibilidade mundial, como por exemplo: *American Society for Hospital Engineering* (ASHE); *American Hospital Association* (AHA); *Association for the Advancement of Medical Instrumentation* (AAMI);

Emergency Health Care Researsh Institute (ECRI); *American College of Clinical Engineering* (ACCE), entre outras (ECRI, 1989b).

Os serviços de EC, no contexto dos estabelecimentos assistenciais de saúde, evoluem por meio de pressões tecnológicas, econômicas, regulatórias dentre outras, pois à medida que a sociedade evolui na área de saúde, a EC, por conseqüência dessa evolução, se esforça para se integrar neste contexto (GRIMES, 2003; DAVID e JAHNKE, 2004).

Com as mudanças na maneira de gerenciar o aparecimento rápido de novas tecnologias e a necessidade de contenção de gastos, tornou-se necessário que os departamentos de EC se direcionassem mais aos resultados dos seus processos, do que há alguns anos atrás, quando a maioria das estruturas de EC eram orientadas a realizar somente tarefas técnicas e tinham a sua existência justificada por essas tarefas (AUTIO e MORRIS, 2000; ZAMBUTO 2004). Atualmente, os departamentos de EC realizam em maior ou menor grau, atividades relacionadas a gerenciamento dos equipamentos médico-hospitalares, com suporte à aquisição, serviços técnicos contínuos, juntamente com ensaios de conformidade, distribuição, realocação e descarte dos equipamentos, treinamento, manutenção corretiva (MC) e manutenção preventiva (MP), análise e controle de custos, gerenciamento de risco (alertas relacionados aos equipamentos, investigação de acidentes e de riscos de equipamentos obsoletos), gerenciamento de sistemas informatizados de rede dentre outros (ACCE, 2007; CALIL, 2004; IFMBE, 1997).

Tais mudanças no sistema de saúde levaram os departamentos de EC a justificar seu desempenho e sua existência em bases empresariais e, o desempenho de suas funções em altos níveis de qualidade e custos competitivos integrando a tecnologia médico-hospitalar ao sistema de saúde (BRONZINO, 1992). Sendo assim, é cada vez mais importante o uso de ferramentas para administrar de forma mais eficiente os recursos financeiros e humanos dos estabelecimentos assistências de saúde, e como o gerenciamento requer quantificação, é de extrema importância o uso de indicadores de qualidade, custo e satisfação (AUTIO 2004; FOTOPOULOS, 2006).

Indicadores são informações produzidas com periodicidade definida e critérios constantes e devem apresentar os seguintes requisitos para sua obtenção: disponibilidade

de dados, simplicidade técnica, uniformidade, capacidade de síntese e poder discriminatório (FERREIRA, 2001; RODRIGUEZ, 2003). São instrumentos de gestão, essenciais nas atividades de monitoramento e avaliação de projetos, programas e políticas, pois permitem acompanhar a busca das metas, identificar avanços, ganhos de qualidade, problemas a serem corrigidos e necessidade de mudanças (WANG, 2004; COHEN, 1998).

Um bom indicador deve ser bem definido, objetivo, mensurável, baseado em conhecimento e experiência corrente, e relatar sobre a estrutura, processo ou produto final. (CARDOSO, 1999; COHEN, 1997). Segundo COHEN (1995) alguns dos indicadores mais aplicáveis ao processo de gerenciamento de tecnologia médica são:

MPs realizadas por MPs desejadas;

Tempo de atendimento;

Tempo de resposta;

Tempo de paralisação dos equipamentos;

Número de rechamadas;

Horas de manutenção por leito;

Custo de manutenção por leito;

Horas de manutenção por OS (ordem de serviço);

Número de OS pelo total de equipamentos atendidos;

Número de OS de MC finalizadas pelo total de equipamentos atendidos;

Horas de manutenção pelo número total de equipamentos;

Custo do departamento de manutenção pelo número de equipamentos;

Número total de falhas por equipamento pelo custo ou horas de manutenção por equipamento;

Custo de manutenção pelo custo de aquisição de determinado equipamento;

Horas produtivas (tempo efetivo de trabalho) por horas disponíveis (descontando feriados e férias

Pontuação de qualidade – pontuação de quão bem um técnico completou uma série de procedimentos de uma tarefa específica, baseado em uma avaliação subjetiva.

Uma discussão sobre o uso de indicadores quantitativos no processo de implementação de atividades de EC é apresentada por Rocco (1998). No trabalho, o autor argumenta que oito indicadores são inicialmente suficientes até que o serviço esteja consolidado e um histórico mais longo de dados tenha sido formado. São os indicadores: horas produtivas (soma de horas trabalhadas, reuniões, tempo de estudo, e treinamentos), porcentagem de conclusão das OS, número de OS geradas por setor do hospital em determinado período, falha de operação, quantidade de treinamentos realizados, número de reparos repetidos, tempo de resposta ao chamado e tempo de retorno do equipamento.

Na tentativa de desenvolver um indicador que integrasse qualidade e custo, foi criado pela Association for the Advancement of Medical Instrumentation (AAMI) um comitê de Validação de Benchmarking no qual sua principal meta era o desenvolvimento desse indicador, usando a seguinte equação: Valor = Qualidade/Custo. Foi então sugerido por Wang (2006b) o uso do indicador "taxa de falha global" dos equipamentos (relação entre o número de ordens de serviço de consertos realizadas e o número total de equipamentos) como um indicador de referência para o gerenciamento de equipamentos médicos, visto que é um indicador fácil de ser calculado em qualquer sistema de gerenciamento computadorizado, independente do custo e do padrão de utilização dos equipamentos, e que poderia ser usado na equação acima como medida de qualidade.

No entanto, somente um indicador não é o suficiente para se ter uma informação confiável a respeito de um departamento de EC. E Então, a análise das informações fornecidas pelos indicadores deve ser feita utilizando-se de vários deles, mas, deve-se ter o cuidado de não utilizar muitos indicadores para que não haja redundâncias (COHEN, 1995).

Diversas empresas após perceberem que não é razoável e nem útil utilizar somente indicadores de qualidade ou de custo para avaliar seu desempenho, atualmente tem adotado o modelo multidimensional, conhecido como Balanced Scorecard (BSC) proposto por Kaplan e Norton (2001). Esse modelo traduz a missão e a estratégia das empresas num conjunto abrangente de medidas de desempenho que serve de base para um sistema de medição e gestão estratégica. A proposta do BSC é tornar compreensível, para todos os níveis da organização, a visão, missão e a estratégia, para que todos saibam

o que fazer e de que forma suas ações afetam o desempenho organizacional. (KAPLAN e NORTON, 1997; ARVERSON, 2002).

No modelo BSC é sugerido o uso de quatro indicadores, um financeiro, um de desempenho da equipe, um de satisfação do cliente e um de progresso da equipe para avaliar o desempenho do departamento como um todo. Wang (2008) sugere alguns indicadores específicos para cada uma das quatro dimensões citadas acima que podem ser usados pela equipe de EC:

I. Desempenho da Equipe:

1. MP realizada pela MP desejada;
2. Porcentagem de OS realizadas dentro de 24 horas e em uma semana;
3. MPs programadas pelo número de equipamentos

II. Financeiro:

1. Porcentagem dos custos com serviço em relação ao custo de aquisição;
2. Porcentagem dos custos com serviço por paciente ou por alta;
3. Porcentagem dos custos com serviço em relação aos custos de operação de todo o hospital

III. Satisfação do Cliente:

1. Pontuação sobre a satisfação do cliente
2. Porcentagem de incidente com pacientes devido a falhas nos equipamentos;
3. Porcentagem de reparos por grupo de equipamentos de alto risco;

IV. Progresso da Equipe;

1. Porcentagem de rechamadas;
2. Porcentagem do orçamento do departamento de EC destinado a treinamento;
3. Pontuação sobre a satisfação do funcionário;

Os indicadores escolhidos neste trabalho para representar cada uma das dimensões acima são:

- Indicador de Desempenho: Tempo de manutenção por ordem de serviço (OS).

- Indicador Financeiro: Custo de manutenção (mão de obra e peças) por OS.

- Indicador de Satisfação do Cliente: Pontuação sobre a satisfação do cliente em relação ao serviço prestado.

No entanto, para que haja controle é necessário padronizar a forma de medição. Não há como existir controle sem padronização, desta forma, para que se possa comparar e empregar os indicadores é necessário que se utilize a mesma base de informação, padronizando também os resultados dos indicadores (WANG, 2006b).

No presente trabalho será desenvolvido um indicador de atividades produtivas, denominado I_{CEB} que integre desempenho, custo e satisfação de forma padronizada de modo que os resultados possam ser avaliados de modo tridimensional. A dimensão de progresso da equipe não será abordada nesse trabalho, no entanto poderá ser utilizada se os departamentos de EC considerarem prudente.

Capítulo 2
Objetivos

Os objetivos deste trabalho foram:

Desenvolver um indicador de atividades produtivas para ser usado em qualquer área, desde que a produção possa ser quantificada de modo que a cada unidade do produto se possa associar tempo, custo e satisfação.

Aplicar o indicador (que foi denominado I_{CEB}) para estudar aspectos do serviço de gerenciamento de tecnologia médica, prestado pelo Centro de Engenharia Biomédica (CEB), à área de saúde da UNICAMP, no período de 2001 a 2006.

Capítulo 3

Metodologia

A EC é uma das áreas de atuação do Centro de Engenharia Biomédica (CEB) da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), a qual se responsabiliza pela manutenção de cerca de 11.000 equipamentos da área de saúde da universidade. Ela está dividida em 4 grupos de atuação, de acordo com o tipo de equipamento atendido pelo grupo: o grupo de Diagnóstico (DIA) presta assistência técnica, MC e MP a equipamentos médico-hospitalares tais como oxímetro de pulso e monitor cardíaco; o grupo de imagem (IMA) gerencia a assistência técnica a equipamentos médico-hospitalares, que envolvem radiações ionizantes e não ionizantes, o grupo mecânica (MEC) presta assistência técnica a equipamentos médico-hospitalares específicos, como cadeiras oftalmológicas e esfigmomanômetros; e o grupo de laboratório (LAB) é responsável pela MC e MP e instalação dos equipamentos de laboratório.

As atividades da EC no CEB são realizadas por meio dos seguintes processos: CAC (Central de atendimento ao Cliente); GRU (grupo de engenheiros clínicos); GEC (gerência de engenharia clínica); SUP (suprimentos e finanças) e EXE (pessoal técnico executor). Todas as atividades são controladas por uma máquina de estados (*Automatum* de estados finitos) que interliga os processos como apresentado na Figura 1, na qual vários microprocessos estão definidos. Cada código (apresentado nas setas) representa um microprocesso que é ativado por um profissional responsável e em seguida passa a ser responsabilidade do profissional seguinte que executará o processo serviço. O código do microprocesso caracteriza o status da ordem de serviço (*OS*). Para cada solicitação de abertura de *OS* (OA) e manutenção, o microprocesso AE (aguarda execução) é ativado pela CAC e fica sob responsabilidade de algum engenheiro chefe em GRU. Este, por sua vez, irá ativar EE (em execução), atribuindo a *OS* ao executor mais adequado, dentro de EXE. Em seguida, por exemplo, EP (serviço concluído) é ativado, ficando sob responsabilidade da CAC concluir formalmente a *OS* (CO). Cerca de 40 microprocessos controlam todas as atividades. Cada seqüência desde OA até CO corresponde a um tipo de *OS* que fica descrito por sua trajetória. As transições entre microprocessos incluem

conjuntos pré-definidos de atividades realizadas e podem ser usadas para contagem de tempos e avaliacão de custos da *OS* (BASSANI et al., 2002).

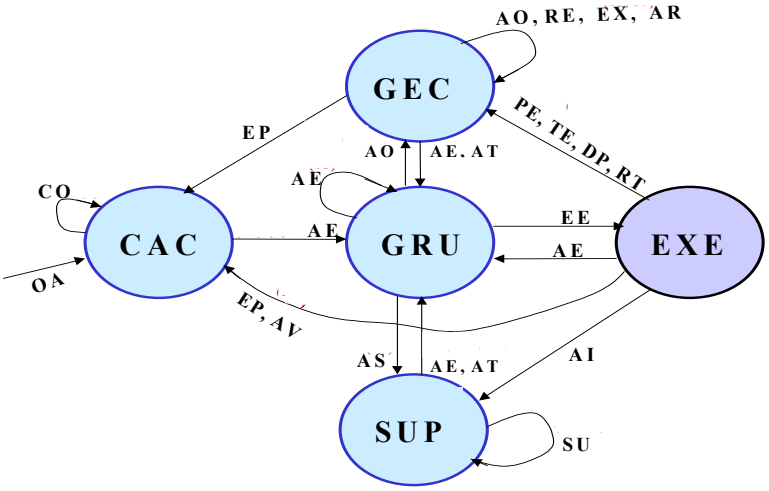

Figura 3.1 – Diagrama de estados representando o sistema de acompanhamento das OS no CEB-UNICAMP – modificado de Bassani et al., (2002). Cada código representa o estado (*status*) das *OS* e as setas indicam os centros responsáveis por realizar os microprocessos definidos por cada código e por ativar o próximo estado, o que pode transferir para outros centros responsáveis a responsabilidade pela realização do microprocesso referente a esse atual estado da *OS*. Cada trajetória completa corresponde a um tipo de *OS*.

A análise mais simples dos dados, a chamada ADM (análise no domínio dos microprocessos) consiste em apresentar alguns dos microprocessos e suas interligações, incluindo os tempos medianos para sair de um e atingir o outro em uma determinada trajetória. Normalmente, são observados os microprocessos mais freqüentes OA, AE, EE, EP e CO para visão geral e, em seguida, adicionam-se outros como AI, AO, AV e EX para inspecionar trajetórias mais lentas. A Tabela 3.1 apresenta a definição de alguns possíveis estados da *OS*.

Tabela 3.1. 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 (Transporte para o CEB)
EE	Em execução
AI	Aquisição de peça de reposição
DP	Proposta de desativação do equipamento
AO	Aguarda orçamento
CG	Conserto em garantia
VT	Visita técnica (contratos)
EP	Equipamento ou serviço 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 por unidade da área médica
OU	Decisão administrativa de nível superior é necessária para continuar
EP	Equipamento ou serviço pronto – CAC
CO	Ordem de serviço é concluída

No presente trabalho, o sistema CEB de gerenciamento foi utilizado para extrair os dados referentes ao tempo e aos custos (custo de mão de obra e custo de peças) de cada *OS* de MC dos equipamentos da área de saúde. Os tempos e custos foram em seguida usados para posterior cálculo do I_{CEB} (Índice CEB) de Desempenho (I_{CEB}^{D}), referente aos tempos necessários para a conclusão do serviço, e I_{CEB} de Custo (I_{CEB}^{C}), referente aos custos de mão de obra somado aos custos com peças de cada *OS*. Já para calcular o Índice de Satisfação (I_{CEB}^{S}), foi necessário que o responsável pelo equipamento na unidade em que esse é utilizado, avaliasse o serviço prestado pelo CEB, atribuindo uma nota (de 0 a 10) para cada *OS* de MC.

As *OS* foram selecionadas do banco de dados do CEB, dos anos de 2001 a 2006 e separadas para posterior análise em quatro classes de *OS*:

- *OS* de diferentes setores do hospital, incluindo nesses o centro cirúrgico (CC), fisioterapia (FT), pronto socorro (PS), unidade respiratória (UR) e unidade de terapia intensiva (UTI):

- *OS* direcionadas aos quatro grupos de manutenção do CEB: diagnóstico, imagem, laboratório e mecânica:

- *OS* executadas por diferentes técnicos que realizam a manutenção dos equipamentos da área de saúde da UNICAMP.

- *OS* de três classes de equipamentos: ventilador pulmonar, monitor fisiológico de beira de leito e esfigmomanômetros de coluna de mercúrio de toda a área de saúde da UNICAMP.

Foram também selecionadas *OS* de acordo com o tipo de trajetória que caracteriza a ocorrência de eventos específicos, tais como, compra de peças, serviços externos e outros.

3.1 CÁLCULO DE I_{CEB}

O indicador descrito a seguir tem caráter geral. Pode ser aplicado a qualquer área do conhecimento desde que p produtos possam ser contados e a estes produtos se possa associar os tempos (t) necessários para a produção de cada unidade (VILELA e BASSANI, 2007). Para cálculo de I_{CEB} deve-se obter um número p de *OS* para as quais se disponha dos tempos necessários para produção de cada unidade, dos custos (custos de serviço e peças) dessa produção e da nota atribuída pelo usuário do equipamento para cada uma. Os dados devem ser colocados na forma de um vetor de dados Tp(i), i = 1, p. Com estes dados deve-se proceder como a seguir:

1. Ordenar Tp em ordem crescente;

2. Contar o número de produtos com tempo, custo e satisfação de produção menor ou igual a potências de 2 da unidade escolhida, de modo que o tempo e custo menor sejam $2^{n}_{\min}$, e o tempo e custo maior sejam $2^{n}_{\max}$. O valor de $n = n_{\max} - n_{\min}$ é escolhido

de acordo com a experiência sobre a produção do referido produto no processo que está sob avaliação;

3. Converter os valores obtidos da contagem em porcentagem do número de produtos, ou seja, porcentagem de *p*, inclusive o número de produtos com tempo ou custo de produção maior que $2^{n}_{\max}$ e, finalmente, armazenar os valores em um vetor P%(j), j = 1, 2, ..., n+1.

4. Calcular o índice I_{CEB} usando a equação (1):

$$I_{CEB} = \frac{\sum_{j=1}^{n+1} P\%(j)}{100*(n+1)} \quad (1)$$

Para calcular I_{CEB} de Desempenho (I^{D}_{CEB}), foi usado $n_{\text{máx}}$ de 6 e $n_{\min}$ de 0. Para cálculo de I_{CEB} de Custo (I^{C}_{CEB}) $n_{\text{máx}}$ foi de 9 e $n_{\min}$ foi de 3 (VILELA e BASSANI, 2008). Já para calcular o índice de satisfação (I^{S}_{CEB}) foi feita uma correlação entre a escala de potências de 2 e uma escala de 0 a 10 (arbitrária) das notas pré definidas para que o usuário assinalasse (Tabela 3.3).

Os dados obtidos devem ser dispostos como no exemplo das Tabelas 3.2, 3.3 e 3.4. A Tabela 3.2 mostra as porcentagens de produtos entregues em tempo menor ou igual (≤) ao número de dias especificados ou maior (>) que 64 dias. Na Tabela 3.3 estão as porcentagens de produtos entregues com custo de produção menor ou igual (≤) aos custos especificados na tabela ou maior que (>) 512 dólares norte americanos, e a Tabela 3.4 mostra as porcentagens de produtos correspondentes às respectivas notas atribuídas pelo usuário. A primeira linha (2^{n}) das Tabelas 3.2, 3.3 e 3.4 contém as potências de 2 usadas na distribuição dos produtos *p*. Os números absolutos (número de produtos, Np) estão apresentados para informação, mas poderiam ser omitidos. A linha seguinte (%) contém os valores das porcentagens.

O valor referente a cada *OS* extraída do banco de dados do CEB, foi convertido de real para dólar na proporção de 2:1, e acrescido um custo mínimo de US$ 25,00 por *OS*,

referentes aos custos fixos de uma *OS* realizada pelo CEB, no entanto, esse valor pode variar de acordo com a trajetória seguida pela *OS* (ROCHA, 2005).

Tabela 3.2 Distribuição hipotética de produtos (*p*) segundo os tempos necessários para sua produção. Na terceira linha, abaixo do símbolo ≤ está a potência de 2, do tempo do conserto. Na linha marcada com % está a porcentagem obtida da contagem do número de consertos em tempo menor ou igual (≤) ao indicado pela potência de 2, incluindo os maiores (>) que 2^n. Na linha Np está o número de consertos para as respectivas porcentagens. I_{CEB} foi calculado usando a equação (1).

Produtos *p* , p = 153, Período								
	>	≤						
2^n	**64**	**64**	**32**	**16**	**8**	**4**	**2**	**1**
Np	11	142	133	120	107	93	84	78
%	7	93	87	78	70	61	55	51

Tabela 3.3 Distribuição hipotética de produtos (*p*) segundo os custos necessários para sua produção. Na terceira linha, abaixo do símbolo ≤ está a potência de 2, do custo do conserto. As demais linhas são iguais as da Tabela 3.2.

Produtos *p* , p = 153, Período								
	>	≤						
2^n	**512**	**512**	**256**	**128**	**64**	**32**	**16**	**8**
Np	6	147	138	134	125	108	0	0
%	4	96	90	87	82	70	0	0

Tabela 3.4 Distribuição hipotética de produtos (*p*) segundo a avaliação de satisfação de sua produção. Na terceira linha, abaixo do símbolo ≥ estão as notas referentes a satisfação, utilizadas para cálculo de I^D_{CEB} e I^C_{CEB}. As demais linhas são iguais as da Tabela 3.2.

Produtos *p* , p = 153, Período								
	≤	≥						
Notas	**5,0**	**6,0**	**7,0**	**8,0**	**8,5**	**9,0**	**9,5**	**10**
Np	0	153	153	150	134	130	108	47
%	0	100	100	98	88	85	71	31

Uma forma melhor de visualização dos resultados é o gráfico em barras da figura 3.2. Os processos que foram resolvidos mais lentamente são mostrados sempre à

esquerda, para deixar realçado exatamente o caso mais problemático. No caso do exemplo dado, 51% das *OS* foram realizadas em até 1 dia, 70 % delas em até 8 dias e 12 % ultrapassaram o limite aceitável, excedendo 64 dias. Observa-se que a soma dos produtos finalizados em até 64 dias e os finalizados em mais de 64 dias corresponde a 100%.

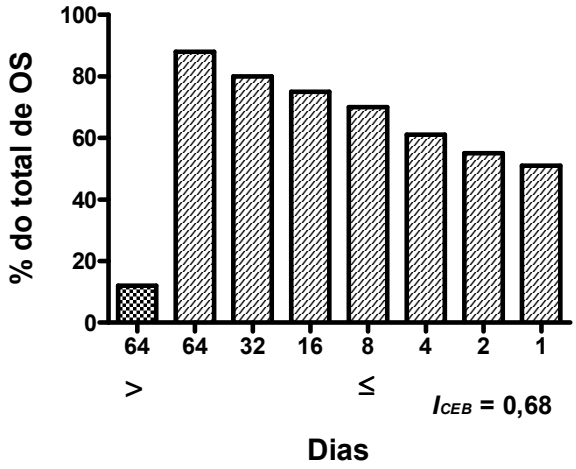

Figura 3.2 Distribuição dos produtos (número de OS em porcentagem do total) de acordo com o tempo (em dias) necessário para a conclusão do serviço de manutenção.

I_{CEB} será máximo quando seu valor for igual a 1,0. O valor acima de 2^n (no presente caso a porcentagem de *OS* que excedeu 64 dias no cálculo de I_{CEB}^{D}, a porcentagem que excedeu o valor de U$ 512.00 no cálculo de I_{CEB}^{C} e a porcentagem de produtos com avaliação de satisfação menor ou igual a 5, são excluídas da somatória e, portanto, constituem penalização intencional ao índice. O critério para isto, portanto, foi o aceitável para a instituição.

Uma vez calculado o valor de I_{CEB}, pode-se atribuir ao valor obtido um grau (A, B, C ou D). Para esse trabalho foram estabelecidos os seguintes graus: A ($1,0 \geq I_{CEB} \geq 0,80$); B ($0,80 > I_{CEB} \geq 0,60$); C ($0,60 > I_{CEB} \geq 0,50$) e D ($0,50 > I_{CEB} \geq 0,0$). Estes valores são arbitrários. Dependem, contudo, da experiência e das medições e aplicações realizadas.

Para o presente trabalho foram medidos os tempos necessários para concluir os serviços de MC dos equipamentos da área de saúde da UNICAMP e os custos destes

serviços. Foi também avaliada a satisfação do usuário em relação ao serviço de MC prestado pelo CEB.

Para os dados referentes aos setores do hospital, a análise de variância monofatorial (teste de contraste de Bonferroni) foi usada para estudar o comportamento de I_{CEB}^{D} e I_{CEB}^{C} médios, dentre as unidades selecionadas. Análise de variância bifatorial foi feita para estudar a dependência que o índice teria da unidade (Centro Cirúrgico e Pronto Socorro) e do tempo (anos de 2001 a 2006). O valor $p<0,05$ foi considerado como nível de significância estatística.

3.2 SUBÍNDICES DE I_{CEB}

A partir da metodologia utilizada para cálculo de $I_{CEB,}$ outros subíndices podem ser obtidos de forma rápida e simples. Observando a distribuição de produtos na tabela 3.5 podemos extrair alguns indicadores bastante utilizados por equipes de EC, por exemplo, I_{CEB}^{1}, que é a porcentagem de processos resolvidos em até 1 dia, I_{CEB}^{8}, porcentagem entregue num prazo menor ou igual a 8 dias, e $I_{CEB}^{>64}$, porcentagem de processos que excedeu o tempo limite desejável pela instituição. No exemplo da Tabela 3.5, I_{CEB}^{1} foi de 51%, ou seja praticamente entregues "de imediato", 70% das *OS* foram entregues em até 8 dias, e a porcentagem de produtos entregues em tempo superior ao desejado pelo próprio fornecedor ($I_{CEB}^{>64}$) foi de 7%.

Tabela 3.5 Distribuição hipotética de produtos (*p*) segundo os tempos necessários para sua produção.

Produtos *p* , p = 153, Período								
	>	≤						
2^n	**64**	**64**	**32**	**16**	**8**	**4**	**2**	**1**
Np	11	142	133	120	107	93	84	78
%	7	93	87	78	70	61	55	51

Há também outro subíndice que pode ser obtido a partir de $I_{CEB,}$ que aqui será chamado de $T_{OFF.}$ Conhecendo-se o tempo total que um determinado equipamento deve ficar disponível, pode-se estimar o tempo consumido com manutenção, utilizando a seguinte equação: $T_{OFF} = 1\text{-}I_{CEB}$. Por exemplo, no caso de todas as *OS* serem de um mesmo equipamento, T_{OFF} representa uma aproximação do tempo que o equipamento ficou parado e indisponível para ser usado devido à manutenção.

Capítulo 4
Resultados

4.1 I_{CEB}^{D} E I_{CEB}^{C} DE *OS* DE EQUIPAMENTOS DOS SETORES DO HOSPITAL

Como vantagem de um indicador de desempenho e custo padronizado, uma maneira de avaliar os dados é relacionando desempenho e custo de modo bidimensional. A dimensão referente à satisfação do usuário não foi incluída, pois para avaliar os dados tridimensionalmente (desempenho x custo x satisfação) seria necessário que a avaliação de satisfação fosse obtida das mesmas *OS* das quais os dados referentes a desempenho e custo foram obtidos, e os dados apresentados na Figura 4.1 correspondem às *OS* de 2001 a 2006, das quais não se obteve os dados sobre a satisfação do usuário da área de saúde.

Os setores estudados foram o CC, UR, PS, UTI e FT, mencionados por ordem da quantidade (decrescente) de *OS*, ou seja, o CC é o setor com maior número de *OS* e a FT o setor com o menor número de *OS*. I_{CEB}^{C} sofreu pequena variação ao longo dos anos para todos os setores (eixo das ordenadas), mas ao contrário, pode-se ver uma variabilidade bastante grande no I_{CEB}^{D} (eixo das abscissas). Um desempenho melhor para o CC, e valores bem baixos, em vários anos, para PS e FT. Uma visão geral de I_{CEB} pode ser encontrada na Figura 4.1 na qual foram apresentados os valores de I_{CEB} dos cinco setores analisados durante os 6 anos.

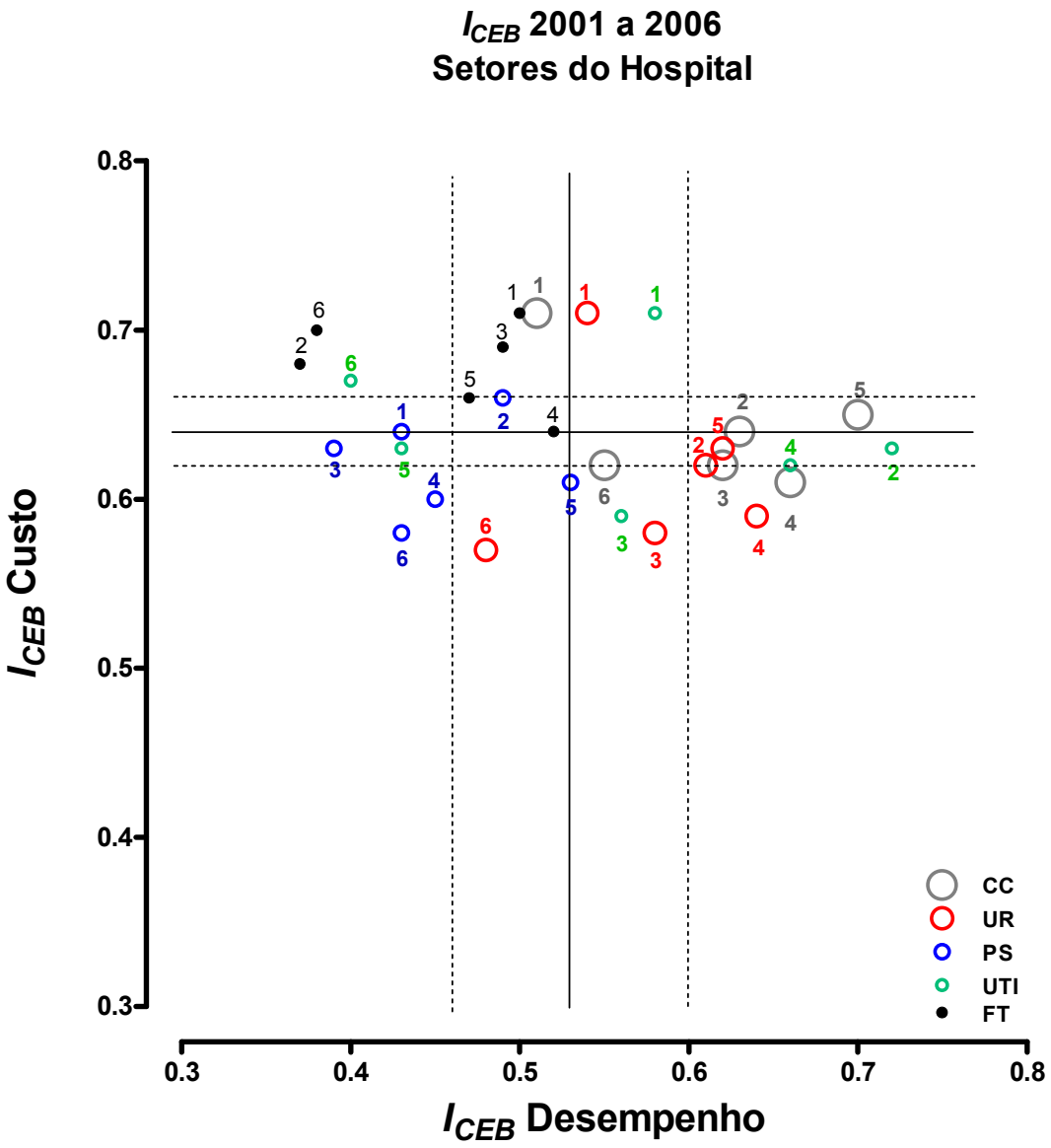

Figura 4.1: I_{CEB} Custo-Desempenho do CC, UR, PS, UTI e FT. Os setores estão representados por cores diferentes. Cada ponto representa um ano e os números de 1 a 6 correspondem aos anos de 2001 a 2006, respectivamente. O tamanho dos símbolos assim como a seqüência com que os setores estão na legenda corresponde à quantidade de *OS* no setor. As linhas contínuas representam as médias (custo e desempenho) dos cinco setores, e as linhas pontilhadas o desvio padrão. Os dados estão apresentados na mesma escala variando de 0 a 1,0.

A Figura 4.2 apresenta os dois setores com as maiores diferenças no I^{D}_{CEB}. O CC com os pontos deslocados à direita e o PS com os pontos deslocados à esquerda no gráfico.

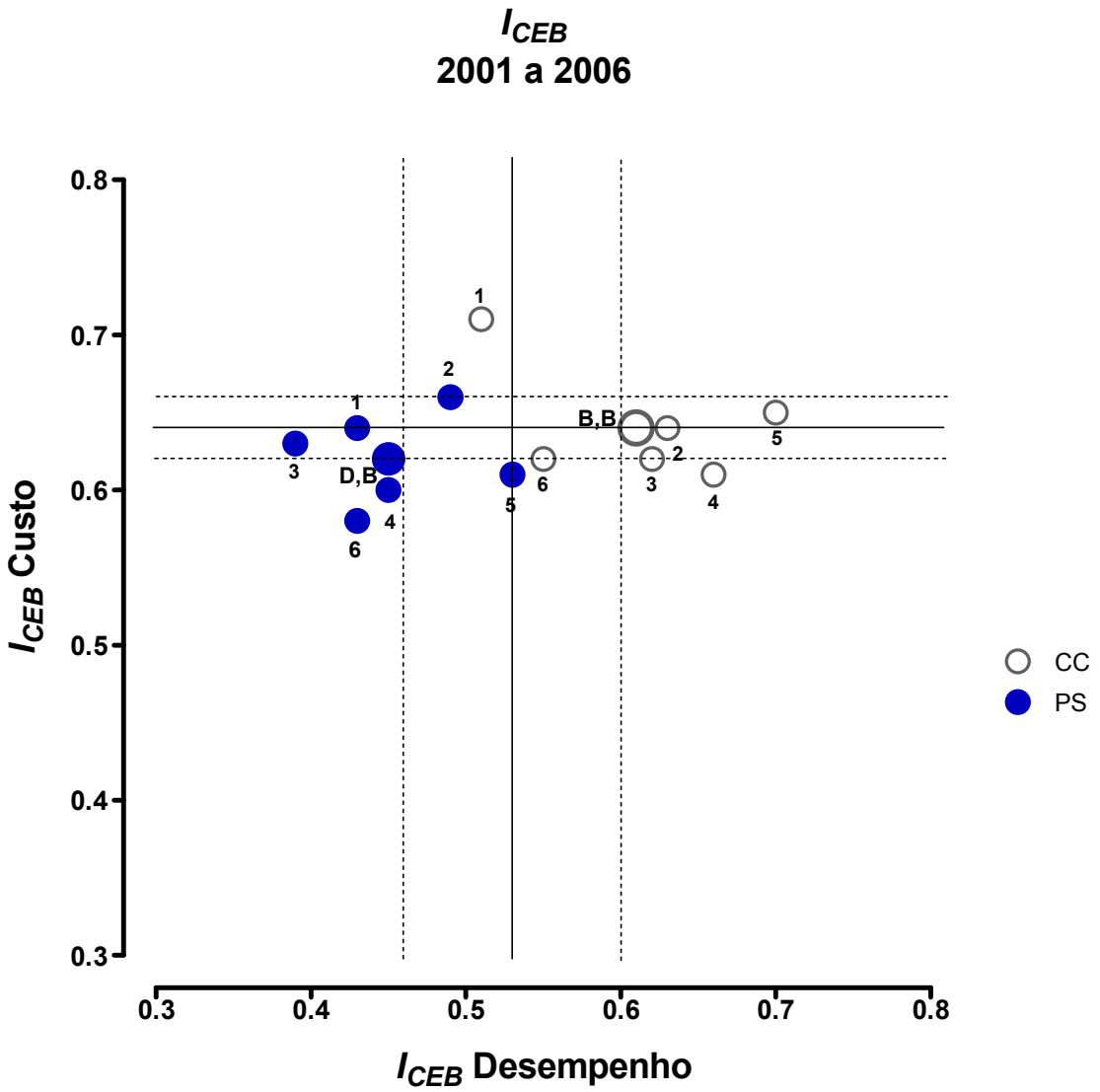

Figura 4.2: I_{CEB} Custo-Desempenho do CC e PS de 2001 a 2006. Os setores estão representados por símbolos diferentes, cada ponto representa um ano e os números de 1 a 6 correspondem aos anos de 2001 a 2006, respectivamente. O símbolo maior representa a média para o respectivo setor, e as letras sobre esses pontos, o grau atingido (Desempenho, Custo). As linhas contínuas representam as médias (custo e desempenho) dos setores, e as linhas pontilhadas o desvio padrão. Os dados estão apresentados na mesma escala variando de 0 a 1,0.

Como observado nas Figuras 4.1 e 4.2, I_{CEB}^{D} foi dependente da unidade de saúde, mas não variou com o tempo (ano), ou seja, o índice não variou de modo dependente do ano.

A acumulação de pontos mais à esquerda para o PS e à direita para o CC ao longo dos 6 anos de análise, e a ausência de relação entre o I_{CEB}^{D} e o tempo (ano no qual o indicador foi calculado) nos levou a realizar a análise estatística mais detalhada (como

descrito em métodos) para estudar a variação de I_{CEB}^{D} e I_{CEB}^{C} médios dentre as unidades, e a dependência que o índice teria da unidade e do tempo para duas unidades de saúde (CC e PS). A Figura 4.3 apresenta os valores médios assim como seus respectivos erros padrões para os cinco setores da área de saúde estudados.

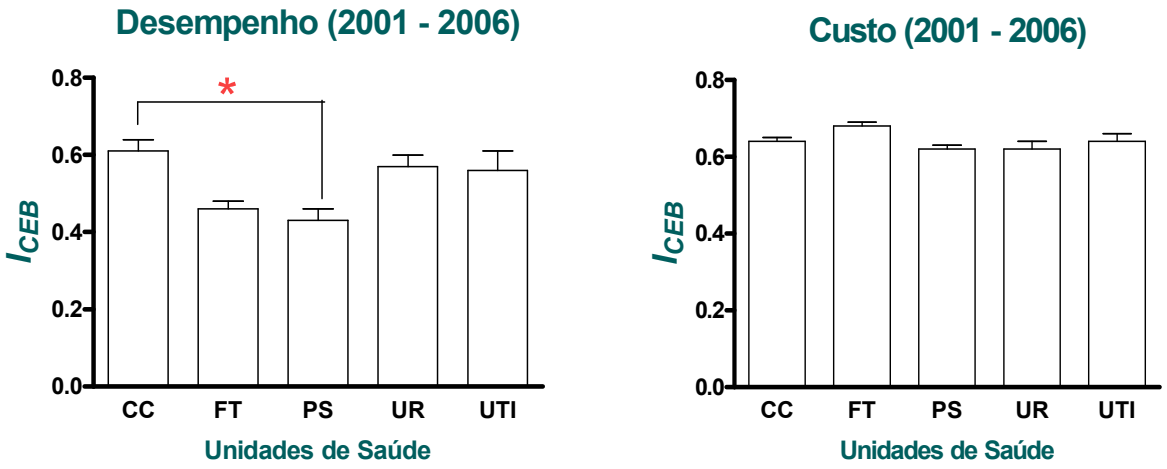

Figura 4.3: Valores médios e respectivos erros padrões de I_{CEB}^{D} e I_{CEB}^{C} para os cinco setores da área de saúde, de 2001 a 2006. $p<0,05$; $F= 5,29$; $DF= 29$.

A análise de variância bifatorial (unidade e ano para custo e desempenho) indicou que há diferença entre as unidades quanto ao desempenho, significativa para CC e PS (contrastes testados pelo teste de Bonferroni), ou seja, I_{CEB}^{D} foi dependente da unidade, mas não do ano. A Figura 4.4 apresenta o comportamento de I_{CEB}^{D} do CC e PS nos anos de 2001 a 2006, evidenciando a ausência de relação entre o I_{CEB}^{D} e o tempo (ano).

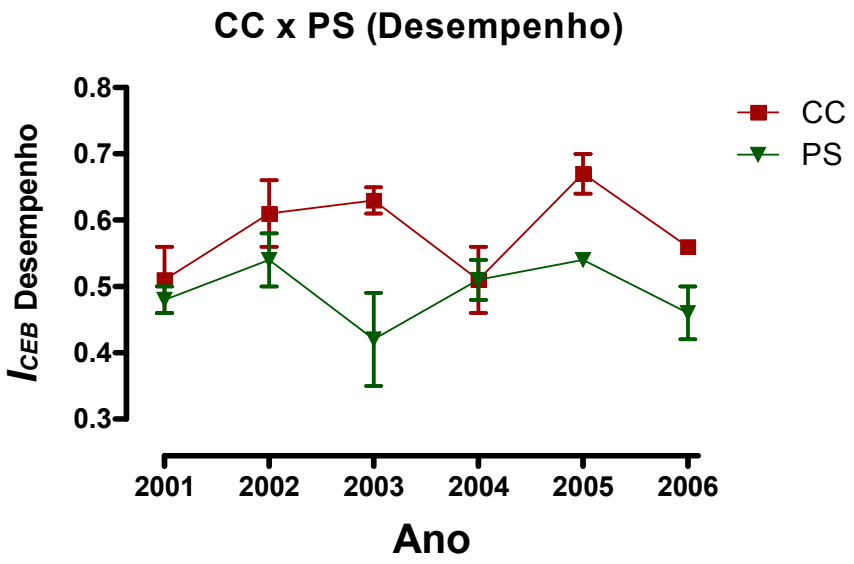

Figura 4.4: I^{D}_{CEB} para o CC e PS, de 2001 a 2006 . p<0,05; F = 15,85; GL=36.

O PS foi a unidade com o I^{D}_{CEB} mais baixo dentre os estudados, e o CC a unidade com o índice mais alto, causando a impressão que os serviços têm prioridades diferentes, contudo, a análise junto ao setor de EC revelou que isso é verdadeiro apenas para o CC. Neste setor, as OS são realmente priorizadas na manutenção em relação aos demais setores o que justifica um I^{D}_{CEB} mais alto para o CC. Já o índice deslocado à esquerda para o PS não foi devido à baixa prioridade dos equipamentos dessa unidade, por isso uma análise mais detalhada foi necessária para os equipamentos desse setor. Devido à maioria dos equipamentos do PS ser esfigmomanômetros, a Figura 4.5 ilustra a influência destes no setor como um todo.

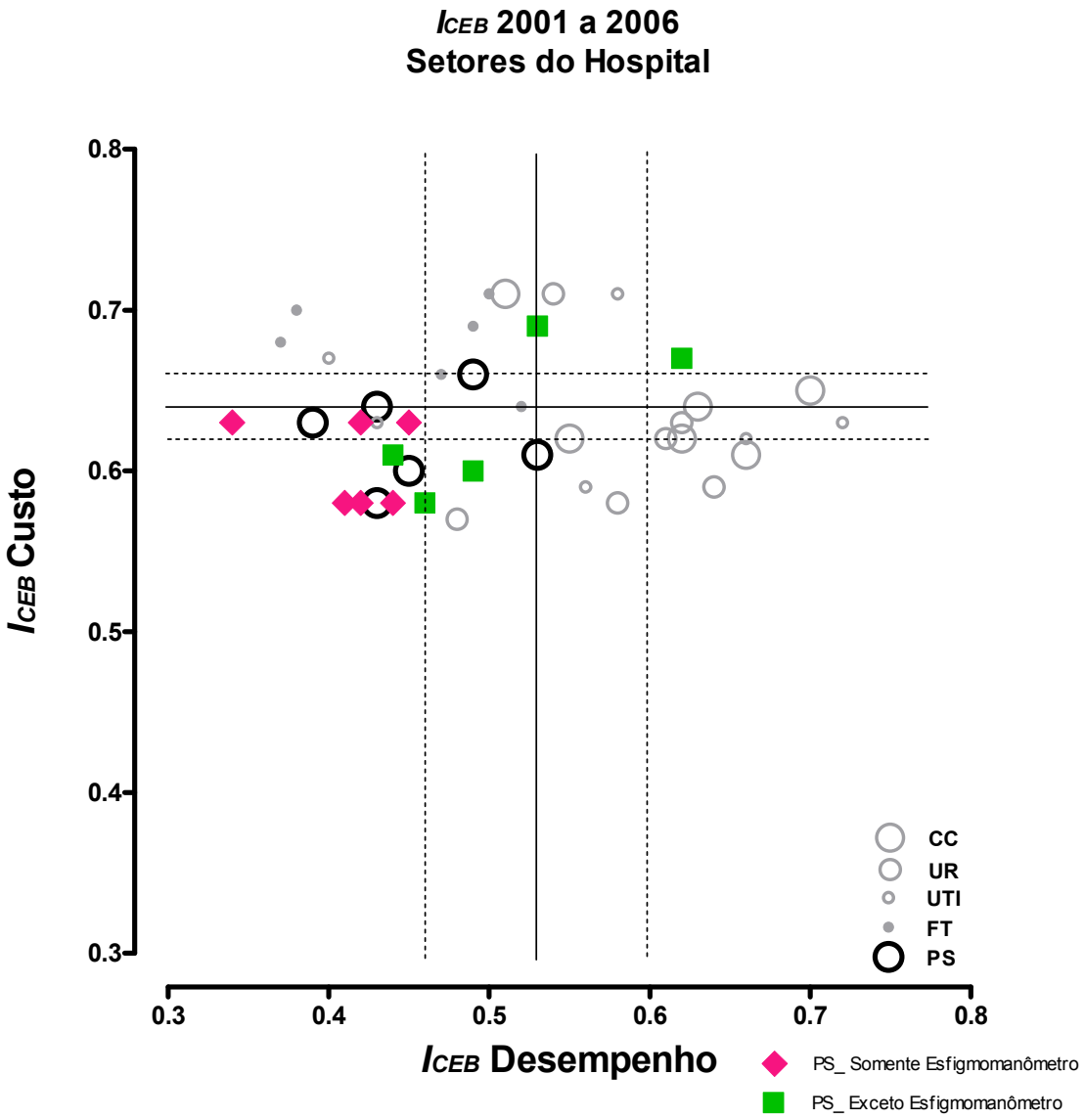

Figura 4.5: I_{CEB} Custo-Desempenho para os cinco setores do hospital de 2001 a 2006, destacando o PS (círculo preto). Os losângulos (rosa) representam o conjunto de *OS* apenas dos esfigmomanômetros e os quadrados (verde) o conjunto de todas *OS* excluindo os esfigmomanômetros (verde). As linhas contínuas representam as médias (custo e desempenho) dos setores, e as linhas pontilhadas o desvio padrão. Os dados estão apresentados na mesma escala variando de 0 a 1,0.

As *OS* dos esfigmomanômetros obtiveram I^{D}_{CEB} menores do que das demais classes de equipamentos desse setor, logo, o I^{D}_{CEB} deslocado à esquerda no gráfico para o PS, está relacionado às *OS* dos esfigmomanômetros. Não fosse pelas *OS* desta classe de equipamentos, o I^{D}_{CEB} do PS seria semelhante ao dos demais setores e próximo da média.

4.2 I_{CEB}^{D} E I_{CEB}^{C} DE *OS* DIRECIONADAS AOS GRUPOS DE MANUTENÇÃO DO CEB.

A Figura 4.6 relaciona desempenho e custo de modo bidimensional. Os grupos estudados foram: mecânica (MEC), laboratório (LAB), diagnóstico (DIA) e imagem (IMA), e a seqüência na qual os grupos foram descritos correspondem à quantidade de *OS* por grupo, ou seja, o grupo de MEC tem maior número de *OS* que o grupo de LAB e assim sucessivamente. I_{CEB}^{C} sofreu pequena variação ao longo dos anos, exceto para o grupo de LAB que apresentou I_{CEB}^{C} abaixo do índice médio dos grupos em todos os anos estudados (eixo das ordenadas). Pode-se ver uma variabilidade bastante grande no I_{CEB}^{D} (eixo das abscissas), e um desempenho mais elevado nos grupos de IMA e MEC que se destacaram dos demais.

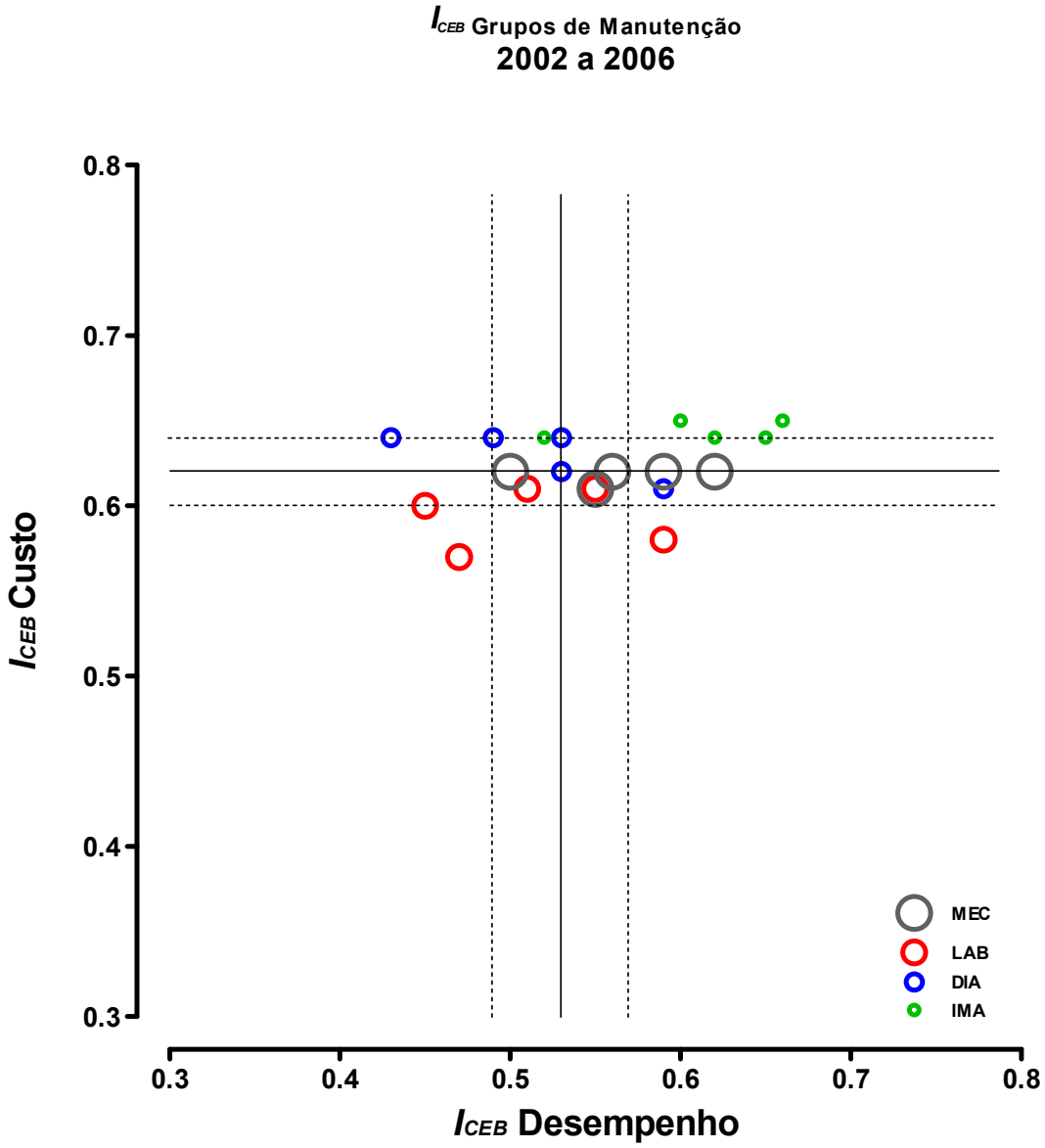

Figura 4.6: I_{CEB} Custo-Desempenho para os grupos de MEC, LAB, DIA e IMA de 2002 a 2006. Cada setor é representado por uma cor e o tamanho do símbolo é proporcional à quantidade de *OS* nos grupos. Cada ponto corresponde a um ano. As linhas contínuas representam as médias (custo e desempenho) dos quatro grupos de manutenção, e as linhas pontilhadas o desvio padrão. Os dados estão apresentados na mesma escala variando de 0 a 1,0.

Com a intenção de verificar os motivos pelos quais algumas *OS* tornaram-se mais caras que outras (como por exemplo as *OS* do grupo de LAB), foram estudadas *OS* que ativaram microprocessos especificos, tais como AI (aquisição de peça de reposição) e/ou EX (ordem de serviço realizada por empresa terceirizada), e *OS* correspondentes a alguns

equipamentos que possuem contrato de serviço de manutenção terceirizado. Os resultados estão apresentados na Figura 4.7.

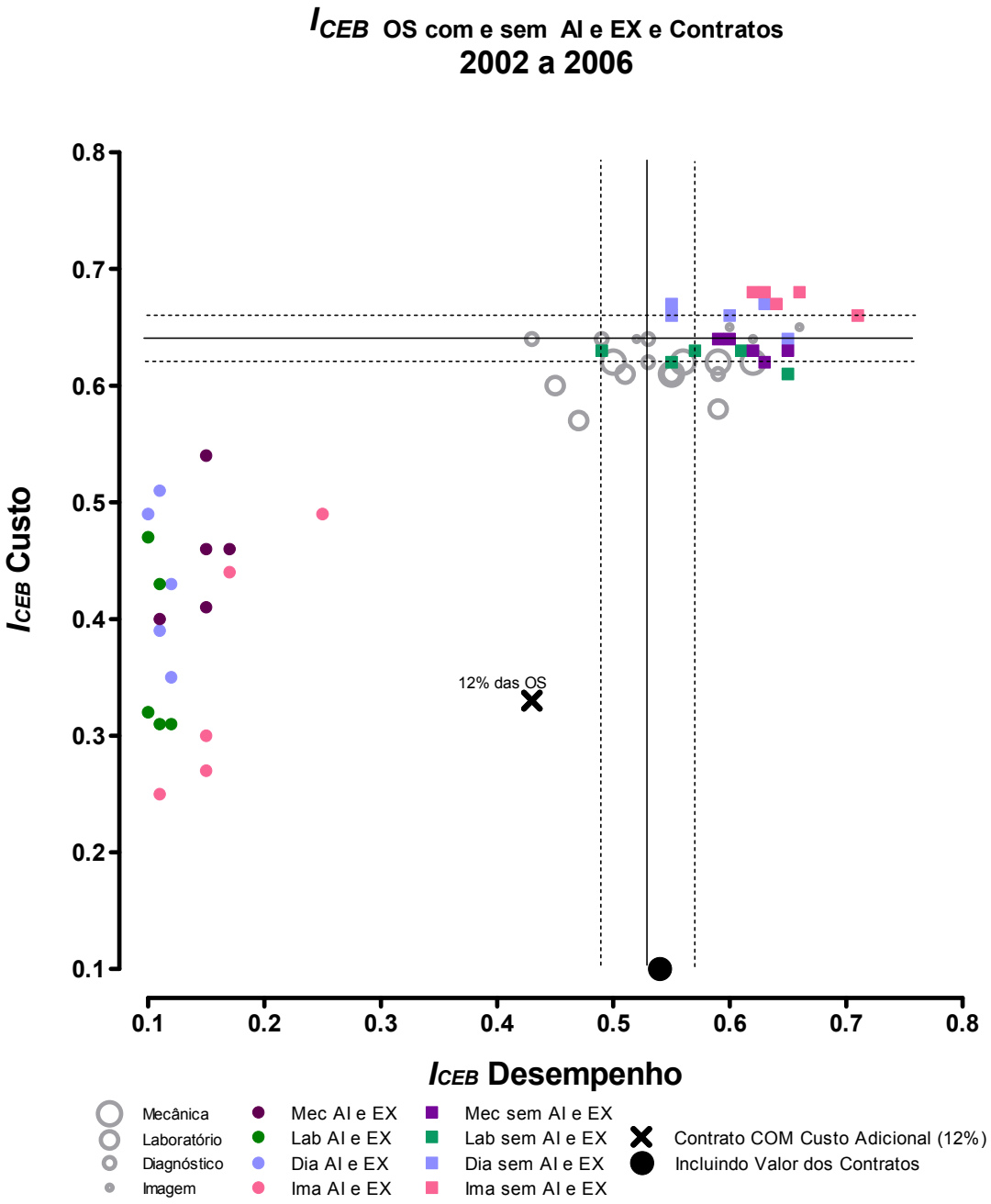

Figura 4.7: I_{CEB} Custo-Desempenho para os grupos de manutenção do CEB. O I_{CEB} médio dos grupos está representado em cinza. Os demais símbolos representam o I_{CEB} de *OS* que ativaram os microprocessos AI e EX (círculos), *OS* que não ativaram AI e EX (quadrados), *OS* de equipamentos com contrato de serviço terceirizado, porém com custos adicionais aos do contrato (X), e o I_{CEB} de *OS* de equipamentos com contrato incluindo o valor do contrato. As linhas contínuas representam as médias, e as linhas pontilhadas o desvio padrão. Os dados estão apresentados na mesma escala variando de 0 a 1,0.

O primeiro ponto interessante é que facilmente se vê uma diferença fundamental no atendimento de manutenção de *OS* que ativaram os microprocessos AI e EX. Pode-se observar diferenças no tempo de atendimento e no custo, de modo que estas *OS* geraram I_{CEB}^{D} e I_{CEB}^{C} muito abaixo do atingido pelas *OS* que não solicitaram compra de peças ou serviço externo. As *OS* correspondentes a equipamentos que possuem contrato de serviço terceirizado e tiveram custo adicional ao do contrato (12% das *OS*), atingiram I_{CEB}^{D} e I_{CEB}^{C} mais baixos que das demais *OS*. Excluindo as *OS* com custo adicional, os I_{CEB}^{D} e I_{CEB}^{C} foram semelhantes aos índices médios de *OS* correspondentes a todos os grupos de manutenção (não mostradas na Figura 4.7). Se considerarmos o custo dos contratos do serviço de manutenção terceirizado por *OS* (aproximandamente US$ 1.000.000,00 por ano, dividido pelo número médio de *OS* de equipamentos com contrato (~100 *OS*/ano), além dos custos do serviço interno de uma OS, o I_{CEB}^{D} manteve-se constante, no entanto o I_{CEB}^{C} atingiu o nível mínimo numa escala de 0 a 1, sendo $I_{CEB}^{C} = 0$.

Não fosse pelas *OS* que ativaram os microprocessos AI e EX, os I_{CEB}^{D} dos grupos de manutenção seriam deslocados a direita do gráfico, e os I_{CEB}^{C} tenderiam a ser mais altos.

4.3 I_{CEB}^{D} E I_{CEB}^{C} DE *OS* EXECUTADAS POR TÉCNICOS DE MANUTENÇÃO DO CEB.

Na Figura 4.8 os I_{CEB}^{D} e I_{CEB}^{C} de todas as *OS* executadas por técnicos da manutenção do CEB, estão apresentados de acordo com o grupo de manutenção ao qual eles pertencerm.

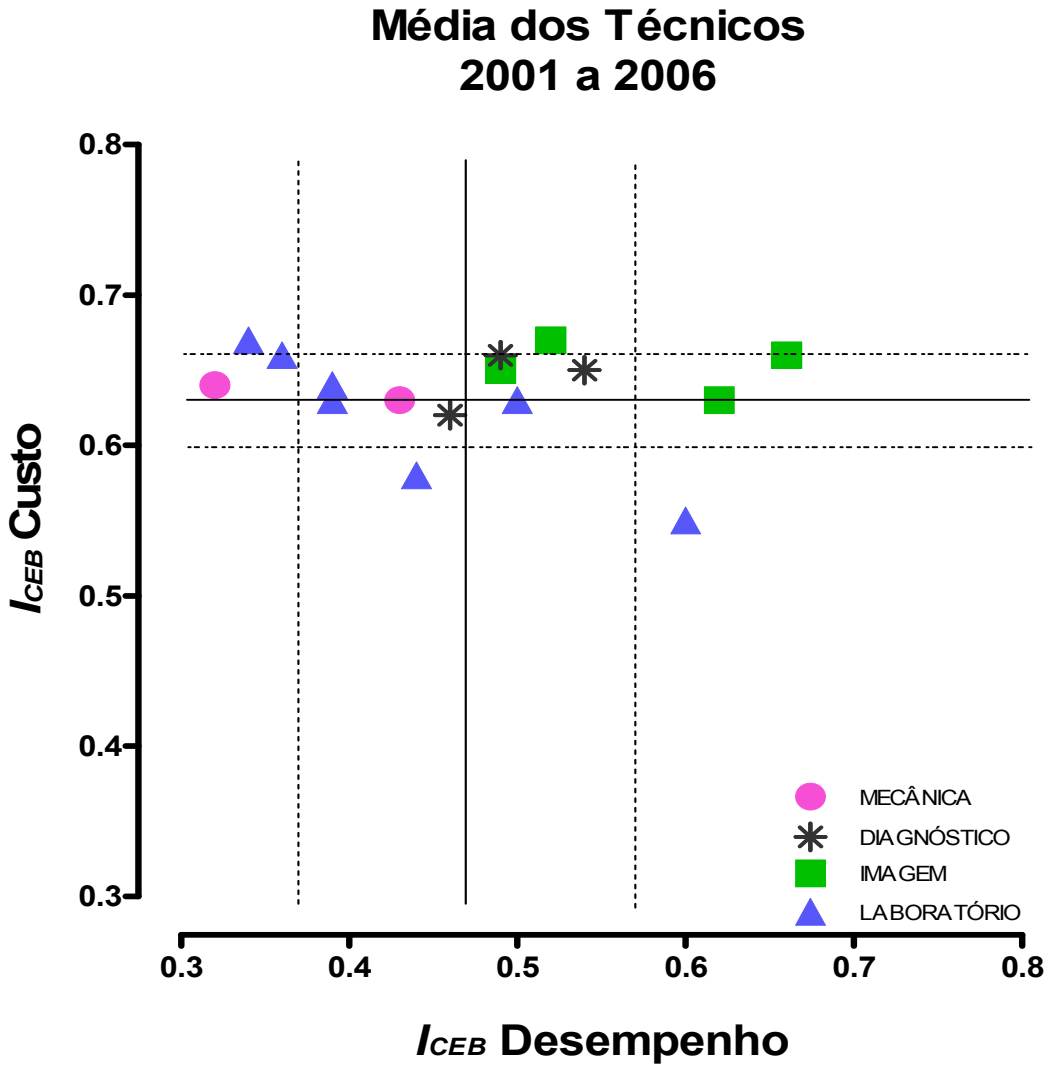

Figura 4.8: I_{CEB} Custo-Desempenho de *OS* executadas por técnicos da manutenção dos grupos da MEC, LAB, DIA e IMA de 2002 a 2006. Cada grupo de manutenção é representado por uma cor e um símbolo e cada ponto representa um técnico. As linhas contínuas representam as médias dos índices de desempenho e custo dos técnicos, e as linhas pontilhadas o desvio padrão. Os dados estão apresentados na mesma escala variando de 0 a 1,0.

Nota-se que o I^{C}_{CEB} variou pouco entre os técnicos, mas dois deles, ambos do grupo de LAB, atingiram I^{C}_{CEB} abaixo do desvio padrão. Já o I^{D}_{CEB} apresentou diferenças consideráveis entre os técnicos. Todos os técnicos do grupo de IMA atingiram I^{D}_{CEB} acima da média, e cinco dos sete técnicos do grupo de LAB (70%) obtiveram I^{D}_{CEB} abaixo da média.

Com a intenção de verificar se *OS* de determinadas classes de equipamentos foram responsáveis pela grande variação no I^{D}_{CEB} de alguns técnicos, *OS* de distintas classes de equipamentos executadas pelos técnicos que obtiveram I^{D}_{CEB} abaixo ou muito próximos ao desvio padrão foram divididas em dois grupos, sendo que um deles incluiu somente a classe de equipamentos com maior número de *OS*, e o outro grupo excluiu as *OS* dessa classe de equipamentos e incluiu todas as demais *OS* executadas pelo técnico. A Figura 4.9 apresenta os I^{D}_{CEB} e I^{C}_{CEB} dessas *OS*.

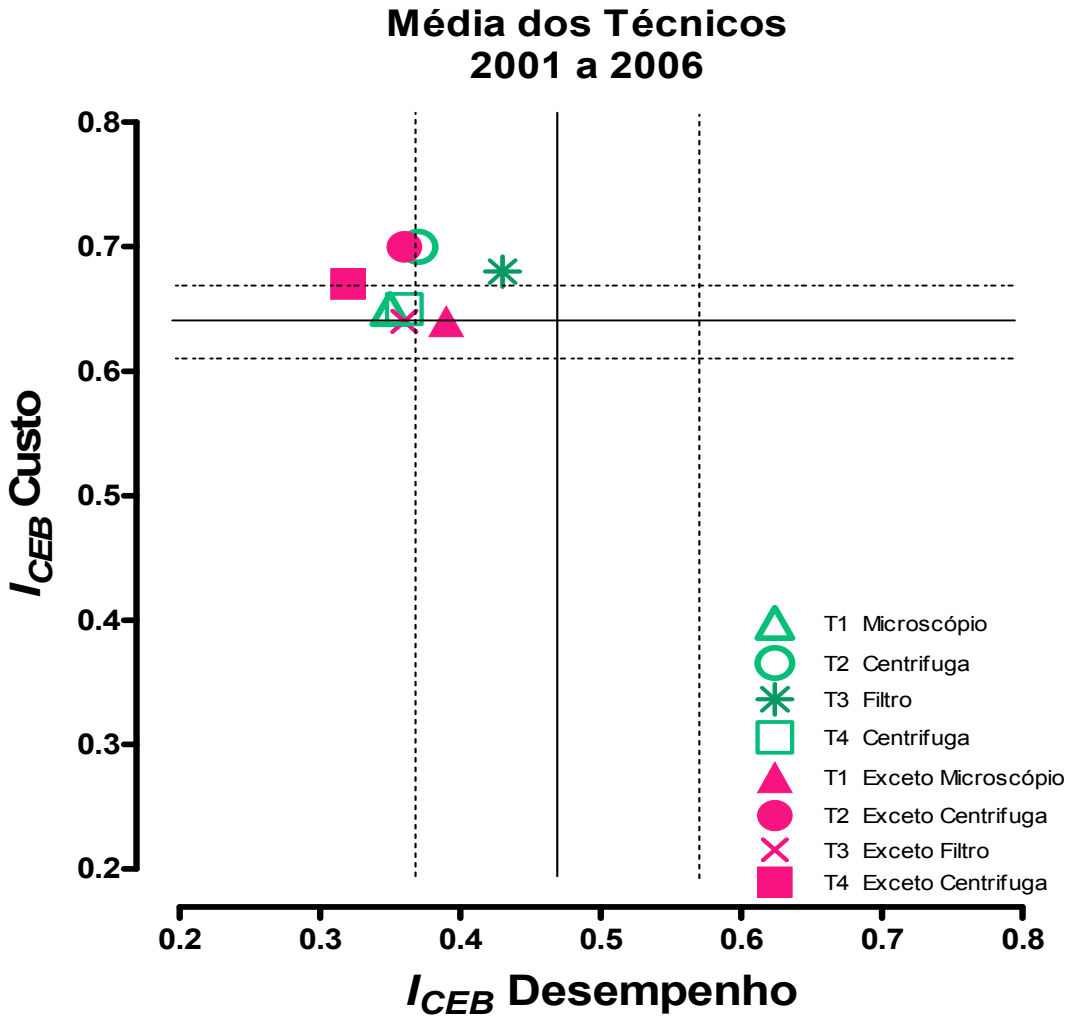

Figura 4.9: I_{CEB} Custo-Desempenho de *OS* executadas por técnicos da manutenção do CEB com índices de desempenho abaixo do desvio padrão. Os quatro técnicos pertencem ao grupo de LAB. Cada técnico é representado por um símbolo. Os símbolos verdes representam a classe de equipamentos com maior número de *OS*, e os símbolos rosa, o grupo que excluiu as *OS* dessas classes de equipamentos. As linhas contínuas representam as médias dos índices de desempenho e custo de todos os técnicos estudados (Figura 4.8), e as linhas pontilhadas o desvio padrão. Os dados estão apresentados na mesma escala variando de 0 a 1,0.

Separando as *OS* de acordo com a classe de equipamentos e a porcentagem desses equipamentos em relação ao total de *OS*, encontramos algumas diferenças no I_{CEB}^{D}. Quando o I_{CEB}^{D} foi calculado considerando somente as *OS* de classes de equipamentos com maior número de reparos (símbolos verdes na Figura 4.9), o I_{CEB}^{D} de T1 foi mais baixo do que quando considerado todas as *OS* executadas por este técnico, já T2, T3 e T4 atingiram I_{CEB}^{D} mais altos quando considerado as *OS* das classes de equipamentos com maiores números de reparos. Em 75% dos técnicos que atinguiram I_{CEB}^{D} abaixo da média, as *OS* de classes de equipamentos com maior número de reparos executadas por eles tenderam a elevar o I_{CEB}^{D}. Os significados destes dados ficam ainda mais claros com o refinamento apresentado na Figura 4.10, mostrando que as *OS* das classes de equipamentos com maior número de reparos realmente tendem a elevar o I_{CEB}^{D}.

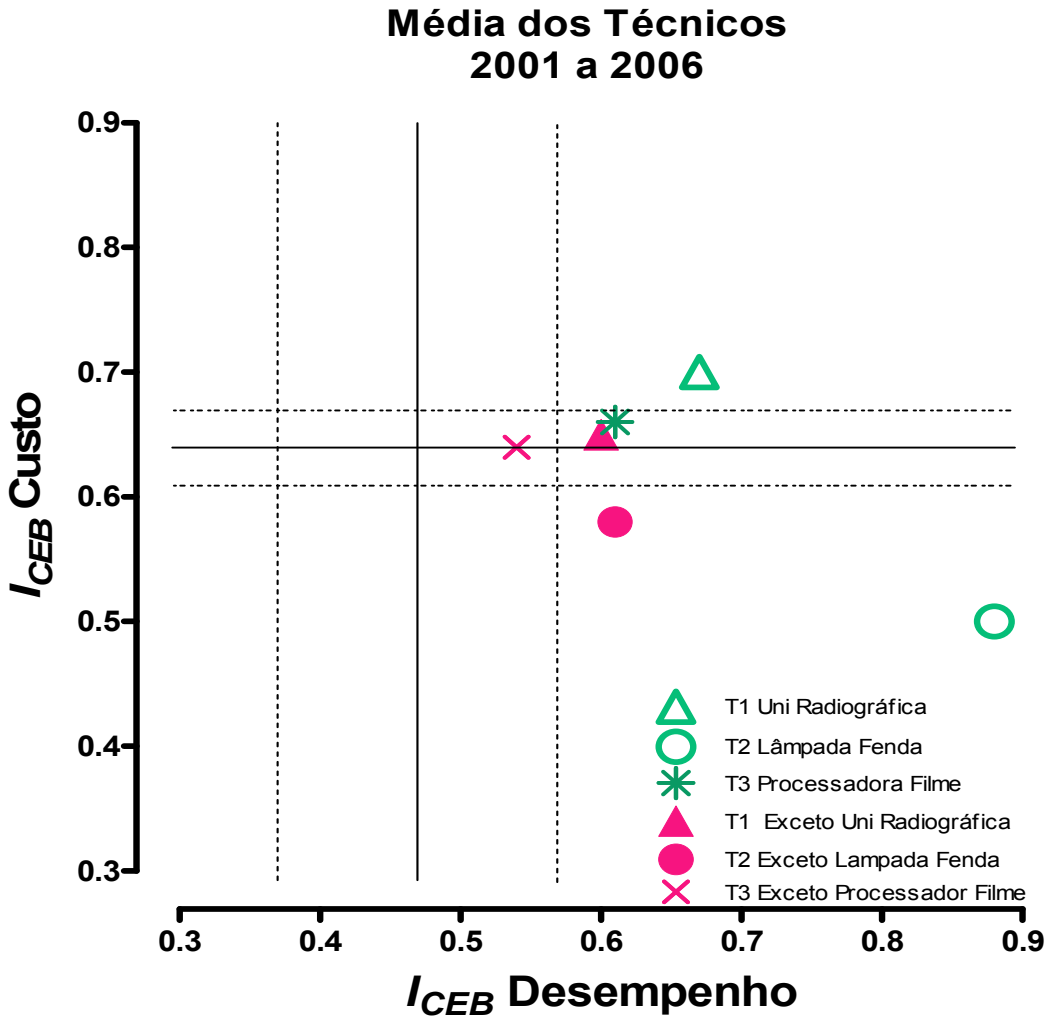

Figura 4.10: I_{CEB} Custo-Desempenho de *OS* executadas por técnicos da manutenção do CEB com índices de desempenho acima do desvio padrão. Os técnicos T1 e T3 pertencem ao grupo de IMA, já o T2 ao grupo de LAB. Cada técnico é representado por um símbolo. Os símbolos verdes representam a classe de equipamentos com maior número de *OS*, e os símbolos rosa o grupo que excluiu as *OS* dessas classes de equipamentos. As linhas contínuas representam as médias dos índices de desempenho e custo de todos os técnicos estudados (Figura 4.8), e as linhas pontilhadas o desvio padrão. Os dados estão apresentados na mesma escala variando de 0 a 1,0.

Na figura 4.10 as *OS* de distintas classes de equipamentos executadas pelos técnicos que obtiveram I^{D}_{CEB} acima do desvio padrão foram divididas em dois grupos, sendo que um deles incluiu somente a classe de equipamentos com maior número de *OS*, e o outro grupo excluiu as *OS* dessa classe de equipamentos e incluiu todas as demais *OS* executadas pelo técnico. Em 100 % dos técnicos aqui estudados que atinguiram I^{D}_{CEB} acima da média, as *OS* de classes de equipamentos com maior número de reparos

executadas por eles tenderam a elevar o I_{CEB}^{D}. Isso nos leva a acreditar que a experiência dos técnicos na manutenção de classes de equipamentos com maior número de reparos faz com o a manutenção seja mais eficiente e o I_{CEB}^{D} mais alto, independente do desempenho geral do técnico, já que isso ocorre tanto para técnicos com I_{CEB}^{D} acima da média como para técnicos com I_{CEB}^{D} abaixo da média.

4.4 I_{CEB}^{D} e I_{CEB}^{C} DE *OS* DE DISTINTAS CLASSES DE EQUIPAMENTOS DA ÁREA DE SAÚDE DA UNICAMP.

A Figura 4.11 apresenta I_{CEB}^{D} e I_{CEB}^{C} de três classes de equipamentos que são os esfigmomanômetros, monitores de beira e leito e ventiladores pulmonares. As *OS* dessas classes de equipamentos foram separadas em dois grupos, um com todas as *OS* de MC destas três classes de equipamentos, e em outro incluindo somente as *OS* que ativaram os microprocessos AI e/ou EX.

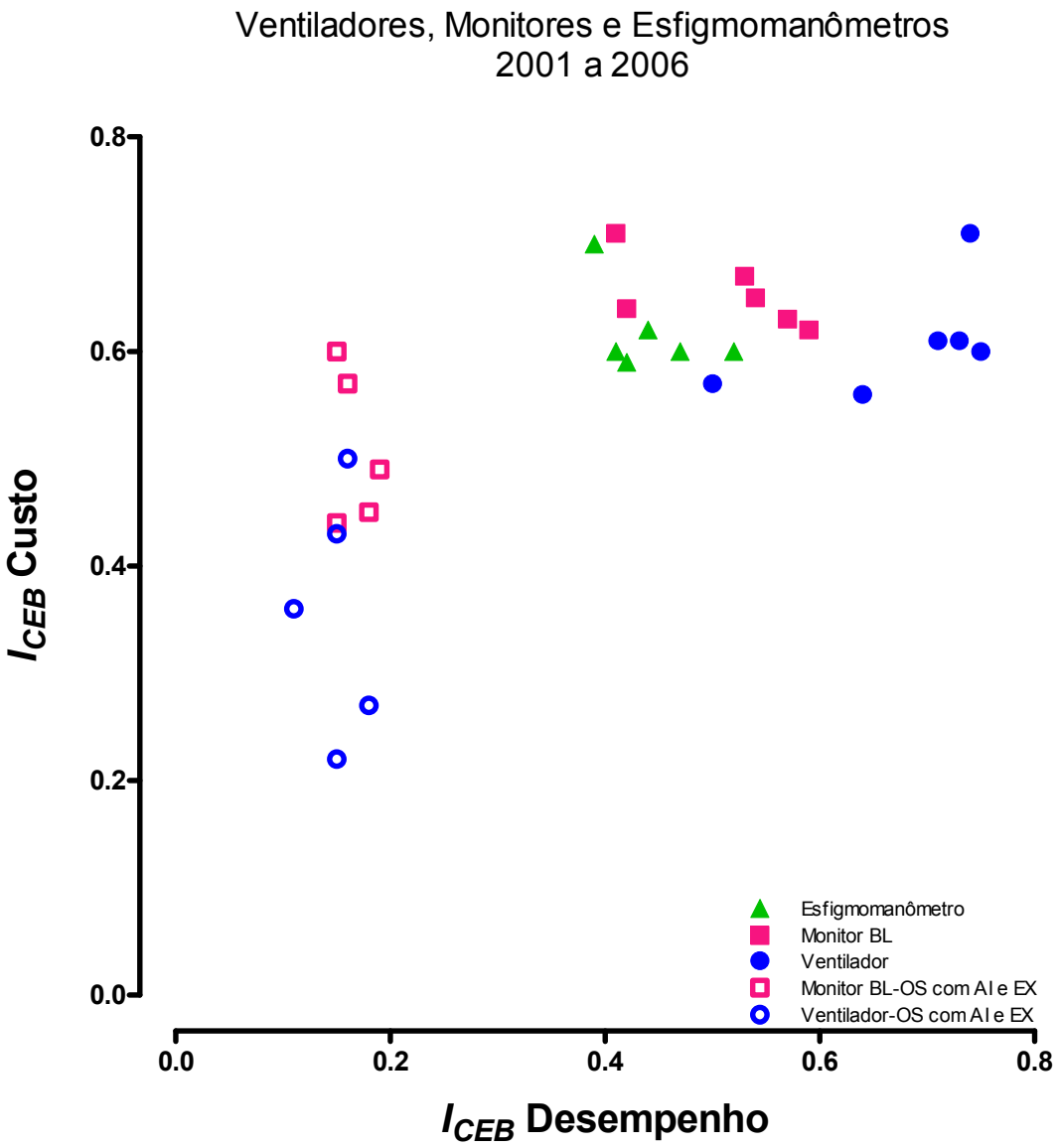

Figura 4.11: I_{CEB} Custo-Desempenho de esfigmomanômetros, monitores de beira de leito e ventiladores pulmonares. Os I_{CEB} médio de todas as *OS* estão representados pelos símbolos preenchidos, e os símbolos vazios representam os I_{CEB} médio de *OS* que ativaram os microprocessos AI e/ou EX. Os dados estão apresentado na mesma escala, variando de 0 a 1,0.

Não foram encontradas *OS* de esfigmomanômetros que ativaram os microprocessos AI e EX, no entanto, de modo geral essa classe de equipamentos foi a que atingiu I^{D}_{CEB} mais baixos, assim como ocorreu quando estudamos os setores do hospital, onde o I^{D}_{CEB} baixo para o PS foi devido as *OS* da classe de equipamentos de esfigmomanômetros. Os I^{D}_{CEB} dos ventiladores pulmonares foram os mais altos, no entanto, quando consideramos somente *OS* de ventiladores pulmonares que ativaram os

microprocessos AI e EX, os I_{CEB}^{C} são mais baixos comparados aos dos monitores de beira de leito, o que pode ter ocorrido devido ao fato de que as *OS* de ventiladores pulmonares tiveram maior porcentagem do microprocesso AI (aquisição de peças de reposição), em suas trajetórias, encarecendo assim a *OS*.

4.5 I_{CEB}^{D}, I_{CEB}^{C} E I_{CEB}^{S} DE *OS* DE EQUIPAMENTOS DOS SETORES DO HOSPITAL

A Tabela 4.1 mostra os I_{CEB}^{D}, I_{CEB}^{C} e I_{CEB}^{S} de 12 setores da unidade de saúde da UNICAMP, assim como o grau atribuído aos índices. Os dados foram obtidos de *OS* de MC dos equipamentos desses setores, nos anos de 2008 e 2009.

Tabela 4.1 Índices de desempenho, custo e satisfação de setores da área de saúde da UNICAMP, assim como os graus (A, B, C e D) atribuídos ao valor de I_{CEB} obtido. Foram estabelecidos os seguintes graus: A (1,0≥ I_{CEB}≥0,80); B (0,80> I_{CEB} ≥0,60); C (0,60> I_{CEB} ≥0,50) e D (0,50> I_{CEB} ≥0,0).

Setores do Hospital	I_{CEB}^{D}	I_{CEB}^{C}	I_{CEB}^{S}
Oftalmologia	0,72 (B)	0,61 (B)	1,0 (A)
Centro Cirúrgico	0,64 (B)	0,68 (B)	0,97 (A)
Otorrinolaringologia	0,69 (B)	0,69 (B)	0,93 (A)
Lab. Imunologia	0,50 (C)	0,71 (B)	0,93 (A)
Ressonância	0,5 (C)	0,71 (B)	0,85 (A)
Gastrocentro	0,14 (D)	0,71 (B)	0,85 (A)
Radiologia HC	1,0 (D)	0,71 (B)	0,71 (B)
Med. Nuclear	0,42 (D)	0,71 (B)	0,71 (B)
Med. Laser	0,28 (D)	0,28 (D)	0,71 (B)
Uni. Respiratória	0,53 (C)	0,61 (B)	0,69 (B)
Radioterapia CAISM	0,42 (D)	0,1 (D)	0,42 (D)
Radioterapia HC	0,45 (D)	0,20 (D)	0,36 (D)

Os dados da Tabela 4.1 podem ser vistos de forma tridimensional na Figura 4.12. A dimensão referente satisfação do usuário em relação ao serviço prestado, está sendo representada pelo tamanho dos círculos, quanto maior o círculo, maior o I_{CEB}^{S}.

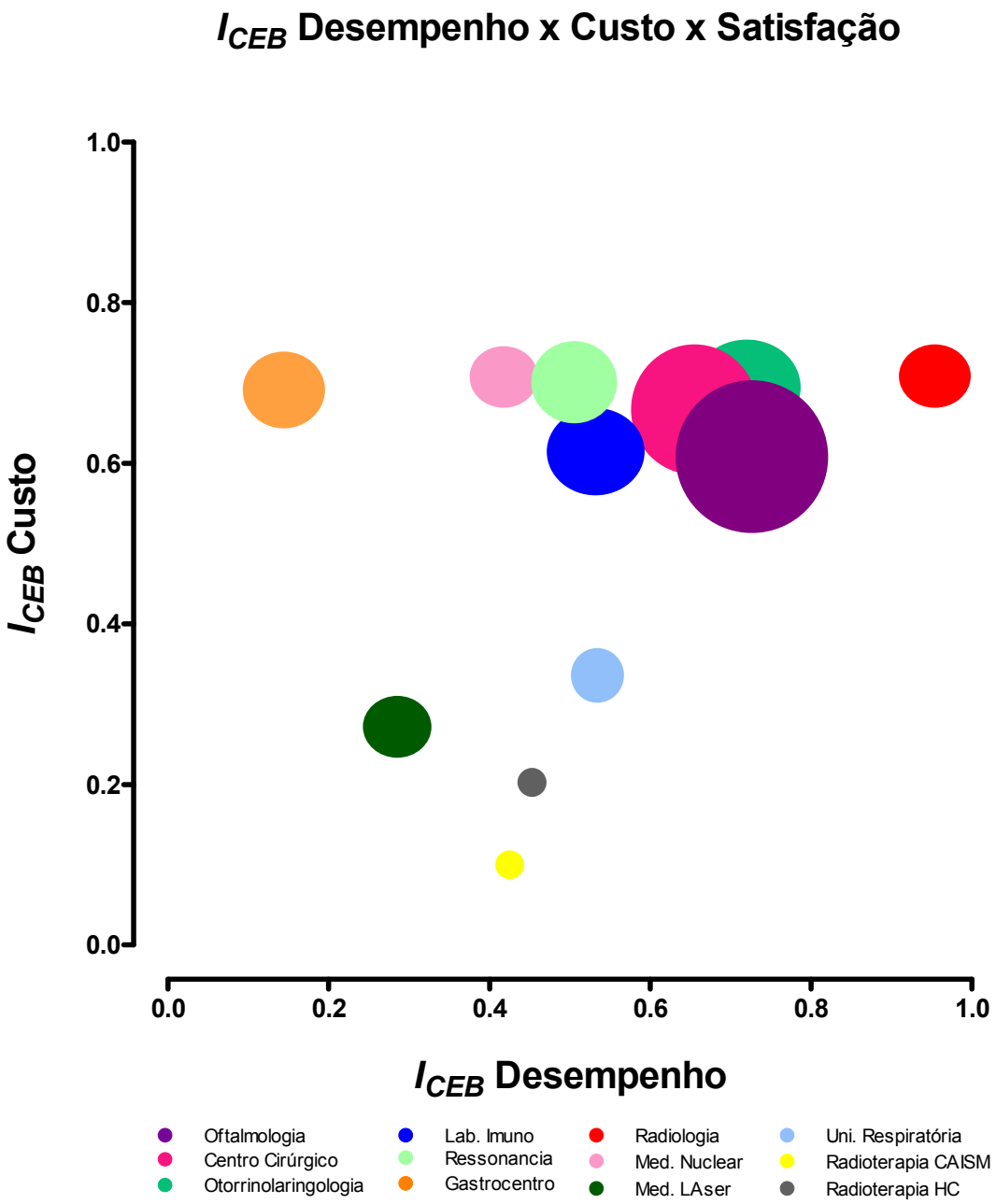

Figura 4.12: Índices de desempenho x custo x satisfação de setores da área de saúde da UNICAMP. Os dados foram obtidos de *OS* de MC entre 2008 e 2009.

O primeiro ponto interessante é que facilmente se verifica uma diferença fundamental no atendimento de manutenção entre os setores, mas deve-se considerar o fato de que os setores contam com números de equipamentos bastante diferentes entre si, além da complexidade destes. As informações contidas na Figura 4.12 nos possibilitam a

conclusão de que determinados setores requerem atenção especial em pelo menos uma das três dimensões (desempenho, custo ou satisfação).

O CC, considerado um setor crítico no hospital, obteve I_{CEB}^{D} e I_{CEB}^{C} de aproximadamente 0,65, já o I_{CEB}^{S} foi um dos melhores desse grupo de setores do hospital aqui estudados. Já os ambulatórios de oftalmologia e otorrinolaringologia atingiram I_{CEB}^{D} próximos de 0,70, I_{CEB}^{S} próximos de 1, no entanto o I_{CEB}^{C} do ambulatório de oftalmologia foi baixo. Existem setores com índices muito baixos nas três dimensões, como é o caso da radioterapia tanto do HC (Hospital das Clínicas) e do CAISM (Centro de Atenção Integral à Saúde da Mulher) que obtiveram grau D nas três dimensões. Assim, os resultados apresentados mostram uma tendência de satisfação do usuário mais elevada de acordo com o desempenho na maioria dos setores.

4.6 SUBÍNDICES DE I_{CEB}.

A Figura 4.13 apresenta alguns dos subíndices, que são o I_{CEB}^{1} que representa a porcentagem de *OS* finalizadas em 1 dia, o I_{CEB}^{8} em até uma semana e $I_{CEB}^{>64}$, representando a porcentagem de *OS* que ultrapassou o limite desejado para manutenção. As barras representam a média dos anos de 2001 a 2005, e os símbolos pretos isolados são referentes ao ano de 2006. Os dados são de alguns setores do hospital (CC, FT, UR, UTI e PS), indicados pelas diferentes cores na legenda.

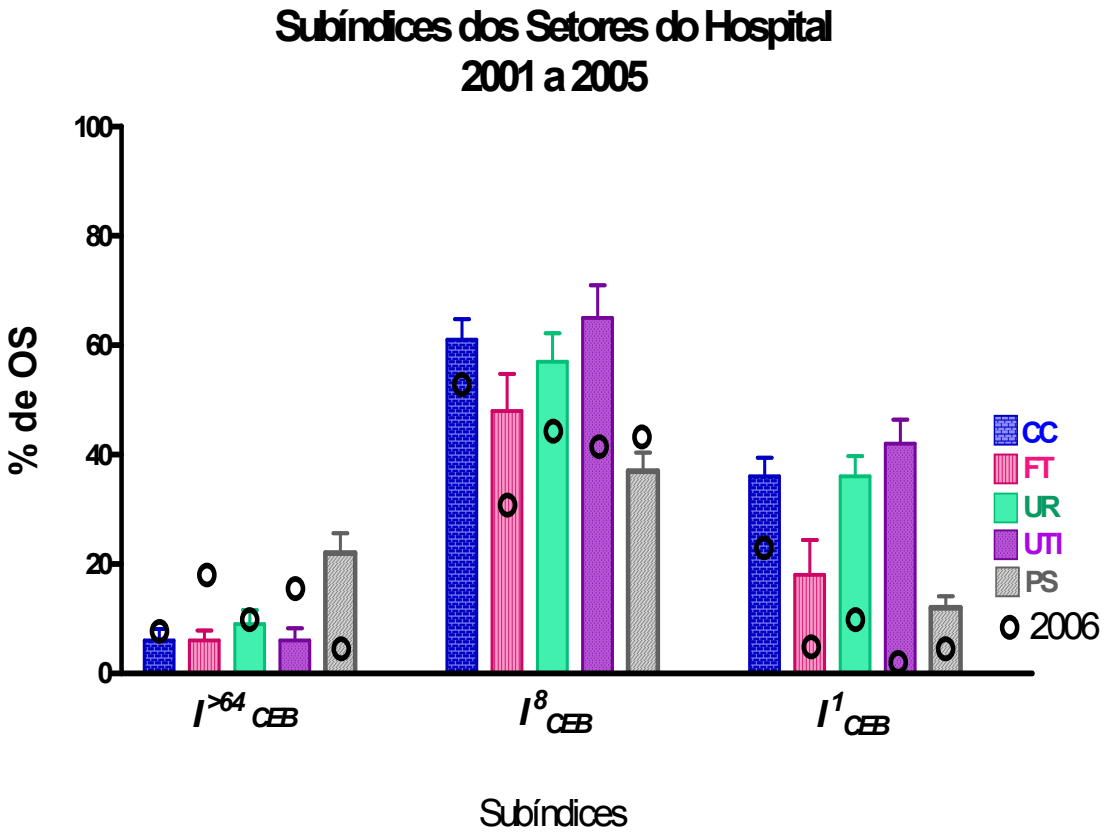

Figura 4.13: I^{1}_{CEB}, I^{8}_{CEB} e $I^{>64}_{CEB}$, de cinco setores do hospital. As barras representam a porcentagem de *OS* finalizadas em até 1 dia, em até 8 dias e em mais de 64 dias, de 2001 a 2005, e seus respectivos erros padrões da média. Os pontos representam o ano de 2006.

A Figura 4.14 apresenta os mesmos subíndices, porém, calculados para diferentes classes de equipamentos que são os esfigmomanômetros, monitores de beira de leito e ventiladores pulmonares.

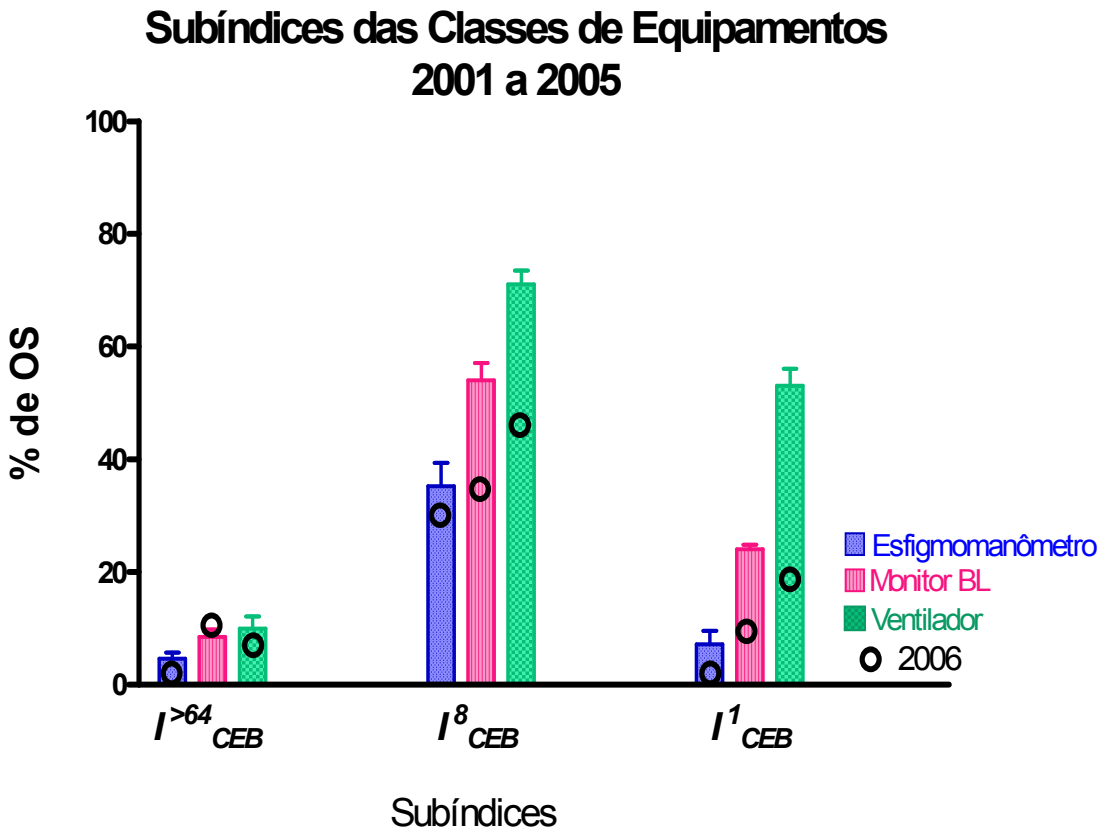

Figura 4.14: I^{1}_{CEB}, I^{8}_{CEB} e $I^{>64}_{CEB}$, de três classes de equipamentos. As barras representam a porcentagem de *OS* finalizadas em até 1 dia, em até 8 dias e em mais de 64 dias, de 2001 a 2005, e seus respectivos erros padrões da média. Os pontos representam o ano de 2006.

Facilmente se observa uma diferença fundamental no atendimento de manutenção entre as classes de equipamentos. Há uma porcentagem grande do atendimento fluindo por trajetórias lentas principalmente na classe de equipamentos dos esfigmomanômetros, como mostrado anteriormente. Importante notar que aproximadamente 50% das *OS* de esfigmomanômetros são finalizadas em tempo maior que 8 dias e menor que 64 dias, já essa porcentagem para os ventiladores pulmonares não chega a 20%.

A Tabela 4.2 apresenta uma aproximação do tempo de paralisação dos equipamentos utilizando o subíndice de I_{CEB} denominado $T_{OFF.}$ $T_{OFF} = 1 - I_{CEB}$, onde 1 representa 100% de tempo que o equipamento está disponível para ser usado, e T_{OFF} a porcentagem de tempo que o equipamento ficou indisponível para uso devido a manutenção. Os dados são referentes as *OS* de MC de distintas classes de equipamentos médico-hospitalares durante o ano de 2005.

Tabela 4.2 I_{CEB} das classes de equipamentos e seus respectivos graus, e o T_{OFF} destas classes de equipamentos no ano de 2005.

Classe de Equipamento	I^{D}_{CEB}	$\boldsymbol{T_{OFF}}$
Desfibrilador	0,90 A	10%
Unidade Eletrocirúrgica	0,89 A	11%
Unidade de Anestesia	0,74 B	26%
Oxímetro de Pulso	0,72 B	28%
Esfigmomanômetro de Mercúrio	0,70 B	30%
Ventilador Pulmonar	0,70 B	30%
Eletrocardiógrafo	0,66 B	34%
Bomba de Infusão	0,56 C	44%

Observa-se que algumas classes de equipamentos críticos como, por exemplo, ventilador pulmonar e unidade de anestesia permaneceram quase que 30% do tempo indisponível para uso, e classes de equipamentos como bomba de infusão ficaram próximas de 50% do tempo parados. No entanto, deve-se atentar ao fato que diferentes classes de equipamentos têm diferentes porcentagens de tempo de funcionamento, porém a disponibilidade deve ser sempre de 100% e a existência ou não de equipamentos de backup deve ser considerada. Logo, essa é uma aproximação do tempo de paralisação desses conjuntos de equipamentos.

Capítulo 5

Discussão

O processo de manutenção de toda área de saúde da UNICAMP apresentou índices de desempenho com diferenças consideráveis entre diferentes setores do hospital, grupos de manutenção do CEB, técnicos que executaram a manutenção e entre as diferentes classes de equipamentos estudadas. A análise de variância bifatorial de índices obtidos das *OS* dos setores do hospital mostrou que o valor de I_{CEB}^{D} foi dependente da unidade, mas não foi tempo-dependente, ou seja, o índice não variou de modo dependente do ano. Embora I_{CEB} possa ser usado para informação quantitativa cumulativa ou em gráficos de acompanhamento, a estatística analítica (DORIA FILHO, 1999) é fundamental para se poder quantificar o comportamento desejado.

Os I_{CEB}^{C} de todas *OS* da área de saúde da UNICAMP analisadas mantiveram-se estáveis e não apresentaram diferenças significativas ao longo dos anos. Este resultado é surpreendente tendo em vista a diversidade de locais e equipamentos envolvidos e que os custos com peças e serviços externos têm se elevado ao longo dos anos (ADAMSON, 1982). Os I_{CEB}^{C} de *OS* que solicitaram compra de peças e/ou serviço externo não se mantiveram estáveis, como pode ser observado na Figura 4.7, porém, não afetaram substancialmente o I_{CEB}^{C} global, pois correspondem a somente 10% do total de *OS*. Além disso, houve o acréscimo de um custo fixo de US$ 25,00 a todas as *OS*, o qual não levou em conta a trajetória seguida pela *OS* (pois cada trajetória tem um custo diferente) (ROCHA, 2005), nem o aumento dos custos do departamento de EC ao longo dos anos. Todos estes fatores citados acima, possivelmente contribuíram para que os I_{CEB}^{C} de todas as *OS* da área de saúde não apresentassem diferenças significativas ao longo dos anos, e se mantivessem estáveis.

O pronto socorro e a fisioterapia foram os setores com os I_{CEB}^{D} mais baixos dentre os estudados, e o centro cirúrgico atingiu os índices mais altos. A primeira impressão é que os serviços têm prioridades diferentes, contudo, a análise junto ao setor de EC revelou que isso é verdadeiro apenas para o centro cirúrgico. Neste caso, as *OS* são realmente priorizadas na manutenção em relação aos demais setores o que justifica um

índice de desempenho mais alto para esse setor. Já os índices baixos para a FT foram justificáveis visto que os equipamentos não são considerados críticos para o tratamento fora do ambiente da UTI além da conhecida dificuldade de encontrar no mercado, as peças desejadas para realização dos consertos (VLELA e BASSANI, 2004).

Aparentemente, o I_{CEB}^{D} para a UTI apresentou um resultado abaixo do esperado para esse setor, no entanto, a maioria dos equipamentos da UTI tem uma reserva, logo a manutenção desses equipamentos não é realizada "de imediato" na vigência dos inúmeros conflitos de atendimento em um sistema público com recurso e pessoal limitados, no entanto isso não deve ser motivo para priorização de outros atendimentos, a manutenção dos equipamentos da UTI sempre deve ser priorizada.

Os I_{CEB}^{D} abaixo da média de todos os setores para PS possivelmente ocorreu devido à alta taxa de quebra dos equipamentos, visto que existe grande rotatividade de usuários e pouco treinamento. Além disso, a manutenção dos esfigmomanômetros ocorre de forma cumulativa, ou seja, é necessário que determinado número de equipamentos seja encaminhado ao CEB para que a equipe de manutenção execute o serviço. Não fosse pelas *OS* dos esfigmomanômetros, os índices do PS seriam semelhantes aos dos demais setores e próximos da média. No entanto, se considerarmos que a unidade de saúde da UNICAMP conta com uma grande quantidade desses equipamentos, o Grau D para essa classe de equipamentos não deve ser visto como crítico, mas como a necessidade de constante interação com a unidade de saúde para evitar que o procedimento (manutenção dos esfigmomanômetros realizada de forma cumulativa) prejudique o atendimento à saúde. Neste caso, o indicador desenvolvido está possibilitando identificar um ponto crítico para o qual não existe deficiência da equipe de manutenção, mas pode existir uma falha de comunicação entre a unidade de prestação de serviço e o setor de saúde que precisa ser analisada para que não venha indevidamente representar falha aparente do setor de EC.

O que ocorreu com a classe de equipamentos de esfigmomanômetros no PS, pode também ser visto quando estudamos as *OS* de diferentes classes de equipamentos de toda a área de saúde da UNICAMP. O estudo dos processos de manutenção de distintas classes de equipamentos apresentou I_{CEB}^{D} e I_{CEB}^{C} diferentes, sendo que as *OS* referentes aos

esfigmomanômetros obtiveram I^{D}_{CEB} mais baixos em relação as demais classes de equipamentos. I^{D}_{CEB} altos para ventiladores pulmonares pode ser visto como um bom resultado, já que esta classe de equipamento é considerada crítica, porém, atenção especial deve ser dada ao I^{1}_{CEB} = 53% (Figura 4.14), bem abaixo do ideal (seria desejável I^{1}_{CEB} = 90%). Detectou-se, contudo, em discussão com a equipe de EC que há forte necessidade de aquisição de novos ventiladores, única solução para o caso. É importante notar a inter-relação EC- Serviço de saúde-Qualidade da tecnologia. Um baixo desempenho, ao ser analisado, pode mostrar uma fraqueza no processo de gerenciamento da saúde, ou seja, do planejamento das prioridades pela equipe de planejamento estratégico do setor da saúde.

Não foi encontrada relação entre os I^{D}_{CEB} dos grupos de manutenção e os técnicos responsáveis pela manutenção destes grupos, o que pode ter ocorrido devido ao fato de terem sido considerados apenas os técnicos que permaneceram no CEB ao longo dos seis anos do estudo, não levando em conta estagiários e/ou técnicos que não permaneceram no cargo todo período da análise, mas que contribuíram com o I_{CEB} geral dos grupos de manutenção.

Diferenças consideráveis no I^{D}_{CEB} entre os técnicos nos chamam a atenção, para o que pode ser necessidade de treinamento (WEAR, 2004a), visto que quando o I^{D}_{CEB} foi calculado considerando somente *OS* de classes de equipamentos com maior número de reparos, os I^{D}_{CEB} dos técnicos foram mais altos do que quando considerado todas as *OS* por eles executadas, o que nos leva a acreditar que a experiência e o conhecimento dos técnicos sobre a manutenção dos equipamentos melhoram o desempenho individual.

Quando analisamos as *OS* de acordo com os microprocessos por elas ativados, o primeiro ponto interessante é que facilmente se vê uma diferença fundamental no atendimento de manutenção de *OS* que ativaram os microprocessos AI e EX, como pode ser visto nas Figuras 4.7 e 4.11. Os I^{D}_{CEB} e I^{C}_{CEB} ficaram muito abaixo do atingido pelas *OS* que não solicitaram compra de peças e/ou serviço externo, visto que estes microprocessos, quando ativados, além de encarecem a *OS* devido a compra de peças e maior envolvimento administrativo, as tornam mais lentas. Se isto é inevitável, deve ser discutido entre as áreas técnica e de saúde. A requisição de serviços de terceiros deve ser

minimizada quer por melhorias introduzidas com inspeções preventivas dos equipamentos, quer pelo treinamento dos usuários e/ou pelo treinamento de pessoal técnico para executar o serviço no CEB. Outro aspecto a se realçar é a importância do planejamento de estoque por parte da equipe do CEB, a fim de diminuir a porcentagem de consertos que precisam de compra de peças, visto que o custo com peças de reposição é baixo em relação ao custo total do departamento de EC (WANG, 2004) logo, o custo-benefício do planejamento de estoque deve ser considerado.

É importante notar as diferenças nos I_{CEB}^{C} entre os grupos de manutenção quando consideramos somente *OS* que solicitaram compra de peças e/ou serviço externo. Como era de se esperar devido à complexidade dos equipamentos dos grupos de imagem e laboratório, os I_{CEB}^{C} destes grupos foram os mais baixos dentre os grupos de manutenção analisados. Estudos anteriores mostraram que quanto maior a complexidade dos equipamentos, maior o número de MC (WANG et al., 2006a) e aqui verificamos também que quanto maior a complexidade dos equipamentos, maior o tempo e os custos com manutenção.

As *OS* correspondentes a equipamentos que possuem contrato de serviço terceirizado atingiram I_{CEB}^{D} semelhantes ao I_{CEB} global de todas as *OS*, no entanto o I_{CEB}^{C} foi igual a zero (considerando a escala da Figura 4.7 variando de 0 a 1). Importante notar o fato de que 35% dos equipamentos que possuem contrato de serviço terceirizado, não solicitaram nenhuma *OS* de MC no período analisado, o que talvez tenha ocorrido devido às MPs incluídas no contrato, no entanto, a equipe de EC deve ficar atenta à real necessidade de contrato de serviço terceirizado de tais equipamentos, bem como cláusulas importantes referentes aos tempos de manutenção e peças inclusas ou não no contrato (DYRO, 2004). Em trabalho anterior (ROCHA, 2005) estimou-se que o custo total do serviço de manutenção terceirizada no CEB, equivale a 15% do custo de aquisição dos equipamentos do inventário, ou aproximadamente 40% a 50% dos gastos totais do CEB, valor este encontrado também em diversas instituições norte-americanas, mas considerado alto por Wang et al., (2008). Segundo estes autores a equipe de EC deverá substituir alguns contratos por ocasionais chamadas de serviço terceirizado somente quando necessário, diminuindo estes custos de 40% para aproximadamente 26% dos custos com o departamento de EC (WANG, 2004).

Além da análise bidimensional (I^{D}_{CEB} x I^{C}_{CEB}), o I_{CEB} permite avaliar os dados levando em consideração três dimensões: desempenho, custo e satisfação do usuário, como apresentado na Figura 4.12. Diferenças nos I^{D}_{CEB}, I^{C}_{CEB} e I^{S}_{CEB} entre os setores do hospital puderam ser observadas quando estudamos as três dimensões. No entanto, seria muito difícil caracterizar o padrão de atendimento e a posição relativa quanto à qualidade de atendimento de setores tão pequenos como, por exemplo, os setores de medicina nuclear, radioterapia, e ressonância magnética, em um universo tão grande de equipamentos nos demais setores como o CC, por exemplo, sem fazer algum tipo de análise comum a todo o conjunto.

As informações obtidas nos possibilitam a conclusão de que determinados setores requerem atenção especial em pelo menos uma das três dimensões (desempenho, custo ou satisfação), no entanto alguns setores atingiram índices baixos nas três dimensões aqui analisadas, o que provavelmente ocorreu devido à complexidade dos equipamentos destes setores, falta de treinamento dos técnicos para executar a manutenção e o alto custo das peças de reposição. De modo geral, o índice mostrado dessa forma, apresenta uma tendência de satisfação do usuário mais elevada, de acordo com o desempenho na maioria dos setores, ou seja, quanto maior o I^{D}_{CEB}, maior o I^{S}_{CEB}.

É esperado que um grande número de equipamentos distribuídos em universo tão grande de setores dentro da área de saúde da Unicamp, apresente diferenças no atendimento da manutenção. No entanto, é de extrema importância estudar os I_{CEB} atingidos até o momento, para o estabelecimento de metas para cada um dos setores estudados, traduzindo a missão e a estratégia da organização (KAPLAN e NORTON, 1997, ARVESON, 2002), visto que diferentes setores podem ter índices diferentes, dentro de limites pré-definidos pela instituição.

Como sugerido por Wang (2006b), indicadores equivalentes aos subíndices I^{1}_{CEB}, I^{8}_{CEB} e $I^{>64}_{CEB}$, são bastante importantes na rotina do gerenciamento da manutenção. Esse tipo de análise e o acompanhamento ao longo dos anos é de extrema importância para levantar alertas e visualizar tendências, como a queda no desempenho por parte da equipe de manutenção ocorrida em 2006 (principalmente I^{1}_{CEB}) e a grande porcentagem de

equipamentos de baixa complexidade e fácil manutenção que flui por trajetórias lentas, necessitando mais de 8 dias para serem executadas.

Com o auxílio do subíndice $T_{OFF,}$ informações importantes sobre o tempo de indisponibilidade de algumas classes de equipamentos puderam ser obtidas. Algumas classes de equipamentos críticos, como ventiladores pulmonares e unidades de anestesia permanecem quase que 30% do tempo indisponível para uso. Esse é um indicador importante, pois pode auxiliar o engenheiro clinico, por exemplo, no momento da aquisição de novos equipamentos. Se T_{OFF} de diferentes marcas e modelos de equipamentos for muito diferente, ou ainda se T_{OFF} do mesmo tipo de equipamento for diferente entre setores do hospital e usuários, isto pode indicar que determinado equipamento ou setor do hospital requer atenção especial, havendo a necessidade de treinamento nestes locais, ou ainda prudência na aquisição de novos equipamentos de marcas e modelos já existentes na unidade (WEAR, 2004b).

Outro ponto interessante é que uma vez calculado o valor de I_{CEB}, pode-se atribuir ao valor obtido um grau (A, B, C ou D). Os valores aqui estabelecidos são arbitrários, mas dependentes da experiência e das medições e aplicações que foram desenvolvidas neste trabalho. Como I_{CEB} foi utilizado no CEB para auto-avaliação e gerenciamento, os graus são estabelecidos com rigor elevado. Por outro lado, como os resultados devem ser apresentados aos funcionários que executam os processos, buscando melhorias e estabelecimento de metas, deve-se cuidar para que o indicador não represente meta inatingível e, portanto, frustrante.

Deve-se ressaltar que o indicador é universal: depende apenas da contagem de *OS* atendidas em determinado tempo e poderia ser aplicado para avaliação de qualquer parte do serviço. I_{CEB} pode também ser usado para planejamento e estabelecimento de metas, por exemplo, para um determinado setor (e.g. UTI) I_{CEB} poderia ser estabelecido como bom se acima de 0,80 e I^{1}_{CEB} acima de 60%.

Embora possa parecer centrado apenas no desempenho (tempo de manutenção) e no custo (custo de manutenção), é importante lembrar que os produtos (no caso *OS*) podem também ser quantificados de acordo com outros qualificativos como: a satisfação do consumidor pelo serviço ou produto; a satisfação da própria equipe de manutenção (se os departamentos de EC considerarem prudente); além da possibilidade de calcular outros

indicadores usando a equação aqui desenvolvida, desde que se tenha o tempo e o custo do que se está querendo quantificar.

Os resultados apresentados neste trabalho evidenciam a necessidade do uso de indicadores para levantamento de alertas, e as possíveis origens de diversos conflitos existentes no gerenciamento de rotina, desde que I_{CEB} seja usado com periodicidade definida e critérios constantes, havendo desta forma quantificação e padronização dos resultados (AUTIO, 2004; LEEMING e FULGINITI, 1997).

Capítulo 6
Conclusão

Conclui-se que os objetivos deste trabalho foram alcançados, visto que foi proposto um modelo de cálculo de indicadores (I_{CEB}) de desempenho, custo e satisfação aplicados aos processos de manutenção.

Foi possível calcular I_{CEB} de diferentes setores do hospital, grupos de manutenção do CEB, técnicos que executaram a manutenção e entre as diferentes classes de equipamentos da área de saúde da UNICAMP, e o estudo dos processos de manutenção apontou I_{CEB} como uma ferramenta importante para auxiliar no levantamento de alertas para a equipe de EC quando há acompanhamento dos dados, além de ter como vantagem a padronização dos índices de desempenho, custo e satisfação de modo que os resultados possam ser avaliados de modo multidimensional. O índice evidenciou pontos positivos e pontos negativos no processo de atendimento à área de saúde, feito pelo CEB.

As informações obtidas com a análise tridimensional possibilitam a conclusão de que determinados setores requerem atenção especial em pelo menos uma das três dimensões. Os indicadores apresentam uma tendência de satisfação do usuário bastante dependente do desempenho, na maioria dos setores, ou seja, quanto maior o I_{CEB}^{D}, maior I_{CEB}^{S}.

I_{CEB} apresentou as quatro características mencionadas na literatura, para ser um bom indicador: bem definido, objetivo, mensurável e baseado no conhecimento e em experiências de dentro e fora da instituição.

Tendo em vista os resultados dos indicadores I_{CEB} aqui mostrados, pode-se inferir que a sua aplicação em EC é possível tanto para análise macroscópica como para gerenciamento de rotina.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMSON, H. W. Evolution of a hospital-based clinical engineering contract service. **Journal of Clinical Engineering**, v.7, n.4, p.313-315, oct./dec. 1982.

ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF MEDICAL INSTRUMENTATION. **About AAMI**. Disponível em: <http://www.aami.org/about/index.html>. Acesso em: setembro de 2007.

AMERICAN COLLEGE OF CLINICAL ENGINEERING. **Recommended practice for a medical equipment management program**. American National Standard, ANSI/AAMI EQ56:1999.

ACCE Brochure "What´s a clinical engineer? Disponível em <http://www.accenet.org/downloads/reference/What's_a_Clinical_Engineer.pdf>. Acesso em 2007.

ARVESON, P**. The balanced scorecard and knowledge management**, 2002 Disponível em: > http://www.balancedscorecard.org/bscand/bsckm.html>. Acesso em 2008.

AUTIO, D. D., MORRIS, R. L. **Clinical engineering program indicators**, In: BRONZINO, J. D., The Biomedical Engineering Handbook, Second Edition, Boca Raton: CRC Press, 2000.

AUTIO, D. D. **Clinical engineering program indicators**, In: DYRO, J., Clinical engineering handbook. Burlington, MA: Elsevier Academic Press, 2004. 202 - 205 p.

BASSANI, J.W.M., ROCHA, L.S., LÜDERS, M.L., BIZINOTTO,W.J. **Micro-process based management of medical equipment maintenance**, *Proc. 2nd Joint EMBS/BMES Conference*, Houston, Texas, USA, 2002. p. 1942-3.

BRASIL, Ministério da Saúde. Secretaria de Gestão de Investimentos em Saúde Projeto Reforsus. Equipamentos médico-hospitalares e o gerenciamento da manutenção: capacitação a distância. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2002.

BRONZINO, J. D. **Management of medical technology: A primer for clinical engineers**, United States of America: Butterworth-Heinemann, 1992.

CALIL, S. J. A Experiencia da engenharia clínica no Brasil**. Revista Med Atual**, n.24, fev. 2004. Disponível em: <http://www.siemens.com.br/templates/coluna1.aspx?channel=6174>. Acesso em 2008.

CARDOSO, G. B. **Estudo do processo de analise de referência aplicado à engenharia clinica e metodologia de validação de indicadores de referência**. 1999. 133 f.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Faculdade de Engenharia Elétrica, Centro de Engenharia Biomédica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1999.

COHEN, T., et. al. Benchmark indicators for medical equipment repair and maintenance. **Biomedical Instrumentation & Technology**, v.29, n.4, p.308-321, jul./aug. 1995.

COHEN, T. Validating medical equipment repair and maintenance metrics: a progress report. **Biomedical Instrumentation & Technology**, v. 31, n. 1, p. 23-32, jan./feb. 1997.

COHEN, T. Validating medical equipment repair and maintenance metrics, part II: results of the 1997 survey. **Biomedical Instrumentation & Technology**, v. 32, n. 2, p. 136-144, mar./apr. 1998.

DORIA FILHO, U. **Introdução à bioestatística. Para simples mortais**. 3. ed. Negócio Editora, São Paulo, 1999. 158 p.

DYRO, J. F. **Vendor and service management**, In: Joseph Dyro., Clinical engineering handbook. Burlington, MA: Elsevier Academic Press, 2004. 147-152 p.

DAVID, Y., JAHNKE, E. G. Planning hospital medical technology management. **IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine**, p. 73-79, may./jun. 2004.

ECRI. From equipment control to technology management: **why clinical engineering is undergoing a transformation**. In: HEALTH TECHNOLOGY. U.S.A., n.1, vol. 3, spring 1989a, 7p.

ECRI.: **The transition from equipment control to today's clinical engineering department**. In: HEALTH TECHNOLOGY**.** U.S.A, n. 1, vol. 3, spring 1989b, 20p.

ECRI. **Why management of equipment service is important**. In: HEALTH TECHNOLOGY. n. 4, vol. 3, winter 1989c, 4p.

FERREIRA, F. Proposta de implementação de indicadores em estruturas de engenharia clinica. **Revista Brasileira de Engenharia Biomédica**, v. 17, p. 49-52, 2001.

FOTOPOULOS, M. Are you benchmarking yet? Evaluate and define procedures to improve your department's performance. **24x7 Magazine**, p. 24-31, 2006. Disponível em: <http://www.24x7mag.com/issues/articles/2006-12_03.asp>. Acesso em janeiro de 2009.

GRIMES, S. L. The future of clinical engineering: The challenge of change. **IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine**, p. 91-99, mar./apr. 2003.

IFMBE, **Clinical engineering update**, July, 1997. Disponível em: http://ifmbenews.iee.org/ifmbe-news/update.html#july1997. Acesso em 2006.

KAPLAN, R. S., NORTON, D. P. **A estratégia em ação. Balanced scorecard**. 6.ed. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

KAPLAN, R. S., NORTON, D. P. **The strategy-focused organization – How balanced scorecard companies thrive in the business environment**. Boston: Harvard Business School Press, 2001.

LEEMING, M. N., FULGINITI, J. V. Validity and clinical engineering indicators. **Biomedical Instrumentation & Technology**, p. 33-42, jan./feb. 1997.

ROCHA, L. S. **Sistema de custeio baseado em atividades para gerenciamento do processo de manutenção de equipamentos médico-assistenciais**. 2005. 111f Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) - Faculdade de Engenharia Elétrica, Centro de Engenharia Biomédica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas Universidade Estadual de Campinas, 2005.

RODRIGUEZ, E. et al. **A new proposal of quality indicators for clinical engineering.** In: 25TH ANNUAL INTERNATIONAL CONFERENCE ENGINEERING IN MEDICINE AND BIOLOGY SOCIETY, 2003, Cancun-Mexico. p. 3598-3601.

ROCCO, E. **Definição de procedimentos para levantamento de produtividade e eficiência em serviços de manutenção de equipamentos eletromédicos – EEM**. 1998. 100 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Departamento de Engenharia Elétrica, Instituto de Engenharia Biomédica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.

ROURE, R., et al. Potenciais indicadores de desempenho de um serviço de engenharia clínica na perspectiva do usuário. In: XVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA BIOMÉDICA, 2002, São José dos Campos. Anais **do XVIII Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica**, p. 74-77.

SHAFFER, M. J., POMERANTZ, K. L. Searching and citing clinical engineering literature. **Biomedical Instrumentation & Technology**, v. 26, n. 2, p. 104-115, 1992.

SPENDOLINI, M. J. **Benchmarking**. Makron Books do Brasil Ltda., 1994.

VILELA, M. Z., BASSANI, J. W. M. **Indicador de produção aplicado ao gerenciamento de tecnologia em saúde**, In: Anais do IV Congresso Latino-Americano de Engenharia Biomédica, Ilha Margarida, 24-28 set, 2007.

VILELA, M. Z., BASSANI, J. W. M. **Indicador de desempenho e custo para gerenciamento de tecnologia médica**, In: Anais do XXI Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica, Salvador- Bahia, 16-20 nov, 2008.

VILELA, M. Z., BASSANI, J. W. M. **Gerenciamento de manutenção de equipamentos médico-hospitalares: método e aplicação**, In: Anais do III Congresso Latino-Americano de Engenharia Biomédica, João Pessoa, 22-25 set, 2004

WANG, B., CALIL, S. J. Clinical engineering in Brazil: current status. **Journal of Clinical Engineering**, v. 16, n. 2, p. 129-135, 1991.

Wang, B. A framework for health equipment management in developing countries. **Multiciencia: Revista Interdisciplinar dos Centros e Núcleos da Unicamp**. Campinas, Brasil, n. 5, out. 2005. Disponível em: <http://www.multiciencia.unicamp.br/artigos_05/a_03_05.pdf>. Acesso em janeiro de 2007.

WANG, B. et al. Clinical engineering benchmarking: a preliminary analysis of clinical engineering data in american general acute-care hospitals. In: PROCEEDINGS OF 29 CANADIAN MEDICAL AND BIOLOGICAL ENGINEERING CONFERENCE, 2006a, Vancouver: Canadá.

WANG, B. Global failure rate: a promising medical equipment management outcome benchmark. **Journal of Clinical Engineering**, p. 145-151, jul./sep. 2006b.

WANG, B. et al. Clinical engineering benchmarking: an analysis of American acute care hospitals. **Journal of Clinical Engineering**, v. 33, p. 24-36, jan./mar. 2008.

WANG, B. **Financial management of clinical engineering services**, In: Joseph Dyro., Clinical engineering handbook. Burlington, MA: Elsevier Academic Press, 2004. 188-199 p.

WEAR, J. O. **In-service education**, In: Joseph Dyro., Clinical engineering handbook. Burlington, MA: Elsevier Academic Press, 2004a. 315-317 p.

WEAR, J. O. **Personal Management**, In: Joseph Dyro., Clinical engineering handbook. Burlington, MA: Elsevier Academic Press, 2004b. 211 p.

ZAMBUTO, R. P. Clinical engineers in the 21st century. **IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine**, p. 37-41, may./jun. 2004.