

**LEONARDO NOVAES DO NASCIMENTO**

**UM MÉTODO PARA A AVALIAÇÃO DE CUSTOS DOS  
EQUIPAMENTOS MÉDICO-HOSPITALARES NOS  
PROCEDIMENTOS DE ASSISTÊNCIA À SAÚDE**

Trabalho apresentado à Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Elétrica.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
CAMPINAS  
2008**

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

N17m	<p>Nascimento, Leonardo Novaes do</p> <p>Um método para a avaliação de custos dos equipamentos médico-hospitalares nos procedimentos de assistência à saúde / Leonardo Novaes do Nascimento. -- Campinas, SP: [s.n.], 2008.</p> <p>Orientador: Saide Jorge Calil. Dissertação de Mestrado - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação.</p> <p>1. Custeio baseado em atividades. 2. Custo do ciclo de vida. 3. Alocação de custo. 4. Instrumentos e aparelhos médicos. I. Calil, Saide Jorge. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação. III. Título.</p>
------	--

Título em Inglês: A method for the evaluation of medical equipment costs within medical procedures

Palavras-chave em Inglês: Activity-based cost accounting, Life cycle costing, Cost allocation, Medical instruments and apparatus

Área de concentração: Engenharia Biomédica

Titulação: Mestre em Engenharia Elétrica

Banca examinadora: Luiz Carlos Zeferino, José Wilson Magalhães Bassani

Data da defesa: 17/12/2008

Programa de Pós Graduação: Engenharia Elétrica

## COMISSÃO JULGADORA - TESE DE MESTRADO

**Candidato:** Leonardo Novaes do Nascimento

**Data da Defesa:** 17 de dezembro de 2008

**Título da Tese:** "Um Método para a Avaliação de Custos dos Equipamentos Médico-Hospitalares nos Procedimentos de Assistência à Saúde"

Prof. Dr. Saide Jorge Calil (Presidente): \_\_\_\_\_

Prof. Dr. Luiz Carlos Zeferino: \_\_\_\_\_

Prof. Dr. José Wilson Magalhães Bassani: \_\_\_\_\_

Dedico

À minha família, que sempre me  
apoiou incondicionalmente.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pelos dons necessários à execução desta dissertação.

Ao meu orientador, o Prof. Saide Calil, que foi paciente na espera de resultados ao mesmo tempo em que procurou me envolver em atividades que seriam importantes ao meu desenvolvimento profissional.

Ao meu pai e à minha mãe, que se esforçaram durante todos esses anos para que eu pudesse alcançar todos os meus objetivos e se preocuparam sempre com minha felicidade.

Ao meu irmão, Roger, que me acompanhou desde antes de nascermos e que vai continuar ao meu lado mesmo que esteja longe.

Aos professores José Wilson Magalhães Bassani e Maria Carolina Souza, por seus valiosos comentários e sugestões no Exame de Qualificação.

Aos professores do DEB, que contribuíram decisivamente na minha formação e me apresentaram o instigante mundo da Engenharia Biomédica.

À Dra. Ana Terezinha Guillaumon, por sua simpatia e boa vontade em me ajudar com os conhecimentos médicos que me faltavam e sem os quais a execução das últimas etapas do trabalho teriam sido muito mais difíceis.

Aos funcionários da FEEC e do CEB que foram uma verdadeira equipe de apoio dentro da universidade, em especial a Ricardo Trevisoli, que permitiu que os computadores e redes de informática fossem uma ferramenta de trabalho, não um problema.

Aos meus colegas de departamento, que foram verdadeiros companheiros de caminhada e me ajudaram a enfrentar as dificuldades da pós-graduação com bom humor.

Aos meus colegas de fora do departamento, que desde a época da graduação me ajudaram a quase me sentir em casa dentro da universidade.

Aos meus amigos das repúblicas pelas quais passei durante o período do mestrado (repúblicas Winston, Jerônimo e Cachorros Magros), que me ajudaram a lembrar que existe casa fora da universidade.

Aos meus demais amigos, que estiveram torcendo e rezando por mim durante o mestrado e que continuam me dando apoio moral e espiritual, principalmente os amigos da Paróquia Santa Isabel, da Chácara São Francisco, da Pastoral Universitária e do Centro Cultural do Castelo.

À CAPES, por me conceder bolsa de março de 2006 até fevereiro de 2008.

*"Obedecei mais aos que ensinam do  
que aos que mandam."*

(Santo Agostinho de Hipona)

## RESUMO

*Embora pouco seja conhecido sobre a contribuição de equipamentos médicos no custo de atenção à saúde, eles têm sido apontados como grandes responsáveis pelo aumento nas despesas do setor de saúde. Este trabalho apresenta um método para analisar o modo como os equipamentos médico-hospitalares (EMH) consomem recursos durante os procedimentos médicos e para estimar os custos desses recursos. Focalizando o procedimento médico, o método combina o sistema de custeio baseado em atividades direcionado por tempo (Time-Driven Activity-Based Costing, TDABC) e técnicas de cálculo do custo do ciclo de vida (Life-Cycle Cost) para avaliar o papel dos equipamentos médicos no processo de assistência à saúde. O método é composto de duas fases: (1) mapeamento da estrutura de consumo de recursos e (2) identificação e alocação dos custos dos recursos ao procedimento. O método só avalia os custos diretamente relacionados aos equipamentos (como acessórios, itens descartáveis e manutenção). Os resultados mostraram que a contribuição dos equipamentos no custo de um procedimento médico depende do modo que ele é usado em cada procedimento e das práticas específicas do hospital.*

Palavras-chave: custeio baseado em atividades, custo do ciclo de vida, alocação de custo, instrumentos e aparelhos médicos.

## ABSTRACT

*Although little is known about the contribution of medical equipment to the cost of providing health care, they have been pointed out as major cause of the increase in the health sector expenditures. This study presents a method to analyze the way medical equipment consumes resources during medical procedures and to estimate the costs of these resources. Focusing the medical procedure, the method combines Time-Driven Activity-Based Costing (TDABC) and Life-Cycle Cost (LCC) techniques to evaluate the role of medical equipment in the process of delivering health care. The method is composed of two phases: (1) mapping of the resource consumption structure and (2) identification and allocation of resource costs to procedures. The method only evaluates the costs directly related to the equipment (such as accessories, disposables and maintenance). The results showed that the contribution of equipment to the cost of a medical procedure depends on the way it is used in each procedure and on the hospital's specific practices.*

**Keywords:** activity-based cost accounting, life cycle costing, cost allocation, medical instruments and apparatus

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>xii</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>xiii</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....</b>	<b>xiv</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....</b>	<b>xiv</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1 Contexto .....	1
1.2 Motivação.....	2
1.3 Objetivos .....	3
1.4 Estrutura do Trabalho.....	3
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>5</b>
2.1 Sistemas de Custeio .....	5
2.1.1 Conceitos Básicos.....	5
2.1.2 Sistema de Custeio Integral.....	6
2.1.3 Sistema de Custeio Marginal.....	7
2.1.4 Sistema ABC .....	8
2.1.5 Sistema ABC Direcionado por Tempo .....	10
2.1.6 Escolha de um Sistema de Custeio.....	12
2.2 Ciclo de Vida de Equipamentos Médico-Hospitalares.....	13
2.2.1 Conceitos Básicos.....	13
2.2.2 Pré-Aquisição.....	15
2.2.3 Incorporação.....	15
2.2.4 Operação .....	17
2.2.5 Desativação .....	18
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>19</b>
3.1 Modelagem da Estrutura de Consumo de Recursos pelos Equipamentos.....	20
3.1.1 Limitação do Escopo .....	21
3.1.2 Divisão do Procedimento em grupos de atividades.....	22
3.1.3 Identificação das Atividades e Equipamentos .....	25
3.1.4 Identificação e Quantificação dos Recursos Consumidos .....	28
3.2 Levantamento dos Custos Unitários dos Recursos.....	30
3.2.1 Custo Unitário do Recurso Máquina.....	30
3.2.2 Custos Unitários dos Recursos de Consumo Proporcional .....	32
3.3 Alocação e Análise de Custos .....	34
3.3.1 Cálculo dos Custos .....	35
3.3.2 Análise dos Dados.....	37
<b>4 RESULTADOS.....</b>	<b>39</b>
4.1 O tratamento do aneurisma da aorta abdominal infra-renal .....	39
4.2 Execução da Simulação.....	40
4.3 Resultados da Simulação .....	41
4.3.1 Estrutura de Consumo de Recursos .....	41
4.3.2 Custos Unitários .....	47
4.3.3 Custos do procedimento.....	50
<b>5 DISCUSSÃO .....</b>	<b>55</b>
5.1 Sobre a Simulação .....	55

<b>5.2</b>	<b>Sobre o Método.....</b>	<b>58</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>60</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>61</b>
	<b>APÊNDICES.....</b>	<b>67</b>
	<b>Apêndice 1 – Roteiro de Perguntas para o Sistema de Agrupamento Temporal.....</b>	<b>67</b>
	<b>Apêndice 2 – Formulário de Atividades, Equipamentos e Recursos.....</b>	<b>71</b>
	<b>Apêndice 3 – Diagrama de Recursos e Atividades .....</b>	<b>72</b>
	<b>Apêndice 4 – Formulário de Recurso Máquina.....</b>	<b>75</b>
	<b>Apêndice 5 – Planilha de Recurso Máquina .....</b>	<b>79</b>
	<b>Apêndice 6 – Formulário de Custos dos Recursos .....</b>	<b>86</b>

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1: Alocação de custos no sistema de custeio integral .....	7
Figura 2: Alocação de custos no sistema de custeio marginal .....	8
Figura 3: Alocação de custos no sistema ABC – adaptado de (Lievens, van den Bogaert & Kesteloot, 2003). .....	9
Figura 4: Alocação de custos no sistema TDABC.....	11
Figura 5: Ciclo de Vida de Equipamentos – adaptado de (Nascimento <i>et al.</i> , 2006). .....	14
Figura 6: Seqüência de aplicação do método .....	19
Figura 7: Agrupamento Temporal de Atividades.....	23
Figura 8: Agrupamento Funcional de Atividades .....	24
Figura 9: Agrupamento Espacial de Atividades.....	25
Figura 10: Diagrama de recursos e atividades .....	46
Figura 11: Custos unitários dos recursos do tipo máquina.....	49
Figura 12: Custo total por tipo de recurso.....	52
Figura 13: Custo total por EMH.....	53
Figura 14: Custo total por etapa do procedimento .....	54

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Formulário de Atividades, Equipamentos e Recursos da Simulação.....	42
Tabela 2: Custos unitários dos recursos máquina usados no procedimento .....	48
Tabela 3: Formulário de Custos dos Recursos .....	50
Tabela 4: Custos totais dos recursos consumidos pelos equipamentos.....	51
Tabela 5: Custos totais dos recursos consumidos pelos equipamentos por tipo de recurso.....	52
Tabela 6: Custos totais dos recursos consumidos por equipamento .....	53
Tabela 7: Custos totais dos recursos consumidos por atividade .....	54

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANVISA	<i>Agência Nacional de Vigilância Sanitária</i>
ABC	<i>Activity Based Costing</i>
CTP	<i>Custo Total de Propriedade</i>
EAS	<i>Estabelecimento de Assistência à Saúde</i>
EMH	<i>Equipamento Médico-Hospitalar</i>
SUS	<i>Sistema Único de Saúde</i>
TCO	<i>Total Cost of Ownership</i>
TDABC	<i>Time-Driven Activity-Based Costing</i>

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Contexto

Segundo Rushmer (1972 apud Moore & Simendinger, 1979), até o início do século XX, os cuidados médicos, nos Estados Unidos, eram majoritariamente aplicados por médicos generalistas, nas residências dos pacientes. Não se esperava que os médicos curassem todas as doenças, mas que dessem algum alívio aos pacientes e às suas famílias que geralmente eram os responsáveis pelos cuidados de enfermagem.

A partir dessa época, o ritmo de urbanização da sociedade americana se acentuou, diminuindo o número de médicos interessados em trabalhar no meio rural. Ao mesmo tempo, cresceu o número de médicos especialistas, diminuindo drasticamente a proporção entre médicos de família e pacientes (Moore & Simendinger, 1979).

Entre as causas do aumento na proporção de especialistas, encontra-se a difusão dos equipamentos médico-hospitalares (EMH) e outras tecnologias, que se acelerou, principalmente, após a II Guerra Mundial. A inovação nesse período foi impulsionada pelas tecnologias desenvolvidas para aplicações militares e pelos avanços na área de eletrônica médica obtidos em centros de pesquisa e desenvolvimento das universidades (Ridgway *et al.*, 2004).

À medida que mais equipamentos e outras tecnologias eram desenvolvidos e concentrados nos hospitais, estes se consolidavam como o ambiente mais adequado aos cuidados médicos. Em consequência, foram criadas novas especialidades médicas, só possíveis com o advento de equipamentos cada vez mais sofisticados (Moore & Simendinger, 1979).

Tamanho influxo de equipamentos e dispositivos médicos nos estabelecimentos de assistência à saúde nos últimos 100 anos culminou no atual modelo de assistência médica, concentrado no uso de uma ampla variedade de equipamentos e dispositivos (Ridgway *et al.*, 2004; Moore & Simendinger, 1979).

Essa mudança no modelo de assistência à saúde foi um dos fatores que levaram a expectativa de vida da população norte-americana a um aumento de cerca de 30 anos ao longo do século XX (Ridgway *et al.* (2004) apontam uma expectativa de vida de 47 anos no início do século XX, enquanto Miniño *et al.* (2007), indicam que a expectativa de vida era de 77,8 anos em 2004).

## 1.2 Motivação

A mesma evolução tecnológica que promoveu melhorias no cuidado à saúde também provocou aumentos nos seus custos (Moore & Simendinger, 1979). Durante os anos 1980, houve uma grande disseminação de equipamentos de alta tecnologia e nessa época os hospitais norte-americanos começaram a enfrentar o problema de repor peças de equipamentos de alto custo como os tomógrafos computadorizados (Ridgway et al., 2004).

Esse período coincidiu com um aumento na pressão do governo norte-americano pelo controle de custos na assistência à saúde, o que provocou o crescimento das empresas prestadoras de serviços para os hospitais (incluídas aí as empresas de manutenção de equipamentos médicos). Apesar dessa pressão, os custos de saúde não pararam de crescer em relação ao produto interno bruto americano e os recursos investidos se mostram insuficientes para atender toda a população (Ridgway et al., 2004).

Nesse cenário de limitação nos recursos do sistema público de saúde e aumento dos seus custos e complexidade, o setor de assistência à saúde enfrenta o desafio de gerenciar seus recursos de modo mais eficiente (Cardinaels *et al.*, 2003).

Bronzino & Gover (1994) declaram que a tecnologia médica foi apontada por outros autores como a principal responsável pela escalada nos custos de atenção à saúde, mas discordam desse diagnóstico e afirmam o contrário: que os equipamentos médico-hospitalares podem promover avanços imediatos na produtividade dos serviços de saúde, diminuindo seus custos e aumentando a oferta. Para corroborar essa posição, eles indicam alguns benefícios do uso de EMHs: redução no número de internações e de cirurgias repetidas, ajuda na prevenção de doenças, substituição de médicos por operadores menos qualificados e atendimento de um maior número de pacientes por um único médico. Para Smith & Bronzino (1993), a tecnologia médica (*hardware* e *software*) é responsabilizada pelos altos custos da saúde porque pouco se conhece a respeito de sua participação nesses custos.

Vários autores desenvolveram trabalhos na área de avaliação de custos de procedimentos médicos (Lievens *et al.*, 2003; Rautio *et al.* 2003; Grandlich, 2004; Greenberg *et al.*, 2004; Guillaumon & Rocha, 2004) ou outras atividades hospitalares, como as das lavanderias (Abbas *et al.*, 2002). Alguns autores chegaram mesmo a enfatizar os custos dos equipamentos (Antúñez & Garcia, 2001; Costa, 2004; Stacul *et al.*, 2006; Maslekar *et al.*, 2007; Noblett & Horgan, 2007),

mas, mesmo entre esses trabalhos não houve a preocupação em observar o conjunto de equipamentos presentes em um procedimento como uma rede integrada ao processo de atenção à saúde; ao contrário, a maior parte destes autores adotou a perspectiva de concentrar a análise em torno de um único equipamento considerado como principal.

### **1.3 Objetivos**

Tendo em vista a complexidade das interações entre equipamentos médico-hospitalares e o ambiente hospitalar e considerando a dificuldade de avaliar os custos de utilização dessas tecnologias, o objetivo geral deste trabalho é aprofundar o conhecimento sobre o modo como os EMHs são alocados e utilizados nos procedimentos de assistência à saúde e avaliar a influência do modo de utilização dos equipamentos na variação dos seus custos de utilização.

O objetivo primário do trabalho é propor um método para modelar a estrutura de consumo de recursos pelos equipamentos médico-hospitalares utilizados em procedimentos de assistência à saúde e calcular os custos desses recursos.

O objetivo secundário do trabalho é aplicar o método desenvolvido em um estudo de caso.

### **1.4 Estrutura do Trabalho**

Além deste primeiro capítulo de caráter introdutório, o trabalho é formado por outros cinco capítulos e alguns apêndices.

No segundo capítulo (“Fundamentação Teórica”), são apresentados os conceitos básicos usados no desenvolvimento do método de cálculo do custo de utilização de equipamentos médico-hospitalares.

No terceiro capítulo (“Materiais e Métodos”), é desenvolvido progressivamente o método-alvo do trabalho a partir dos conceitos apresentados no capítulo anterior. À medida que o método é descrito, são indicadas as ferramentas usadas para executar cada etapa de sua aplicação.

No quarto capítulo (“Resultados”), a simulação realizada para testar o método proposto é descrita e seus resultados são apresentados.

No quinto capítulo (“Discussão”), os resultados da simulação são discutidos e, em seguida, o próprio método desenvolvido no trabalho também é discutido.

O sexto e último capítulo (“Conclusão”) apresenta as conclusões tiradas do trabalho e algumas considerações sobre aspectos do método que poderiam ser mais explorados em trabalhos futuros.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Sistemas de Custeio

Para Beulke e Bertó (1997), um sistema de custeio é um conjunto de procedimentos adotados numa empresa para calcular os bens e serviços nela processados.

Nesta seção, alguns sistemas de custeio são discutidos de forma resumida a fim de identificar o mais adequado ao desenvolvimento do método proposto no trabalho.

#### 2.1.1 Conceitos Básicos

Antes de avaliar os sistemas de custeio, alguns conceitos básicos necessários à sua compreensão são apresentados.

##### *Custos Fixos (ou custos não-proporcionais)*

Segundo Assef (1997), “*custos fixos* são aqueles que não variam, independentemente do nível de atividade da empresa, ou seja, produzindo-se ou vendendo-se qualquer quantidade [de produtos ou serviços], os custos fixos existirão”. É necessário ressaltar que essa definição (assim como a de custos variáveis, que veremos a seguir) se refere ao “grau de variabilidade dos custos quanto ao nível de ocupação e não quanto à sua mutabilidade, determinada pelo ritmo inflacionário” (Beulke e Bertó, 1997). O custo fixo é, efetivamente, fixo apenas em relação a um intervalo de atividade, dentro do qual a organização não precisa fazer alterações na sua capacidade produtiva (Horngren, 1986).

Como exemplos de itens de custos fixos, temos: mão-de-obra, depreciação de equipamentos e aluguel de prédios, entre outros.

##### *Custos Variáveis (ou custos proporcionais)*

São os custos que variam, de algum modo, em relação ao nível de atividade operacional (Thuesen e Fabrycky, 2001). Em geral, os custos variáveis são tratados como linearmente proporcionais ao volume de atividades (Assef, 1997; Beulke e Bertó, 1997). Entretanto, assim como ocorre com os custos fixos, os custos variáveis só apresentam o comportamento uniforme dentro de um intervalo limitado de nível operacional. Assim, pode-se esperar, por exemplo, que variações no nível de produtividade alterem a quantidade de insumos a serem adquiridos e

conseqüentemente, também alterem os preços praticados pelos fornecedores (com descontos na compra de maiores volumes ou aumento de preços na situação oposta).

Como exemplos de itens com custos proporcionais, temos: matérias-primas, mão-de-obra direta e, no caso dos procedimentos hospitalares, medicamentos e filmes radiológicos usados em exames, entre outros.

### *Custos Diretos*

São os custos que se relacionam mais diretamente aos produtos e que, portanto, são alocados diretamente aos mesmos (Iudícibus e Marion, 1990). Essa definição, entretanto, se refere à facilidade de atribuição dos custos. Conforme aponta Horngren (1986), a determinação de um custo como direto ou indireto depende das dificuldades e dos objetivos do cálculo; exemplificando: o salário de um gerente departamental é classificado como direto em relação aos custos do departamento, mas indireto em relação aos custos dos produtos da empresa.

Entre os itens de custo direto se encontram matérias-primas, mão-de-obra direta e a depreciação de equipamentos específicos, usados na produção de apenas um tipo de produto.

### *Custos Indiretos*

Segundo Iudícibus e Marion (1990), “custos indiretos são aqueles não identificáveis por produto [ou serviço]”.

Beulke e Bertó (1997) indicam que os custos indiretos são comuns a diversos procedimentos e serviços e, por não poderem ser medidos individualmente por item de serviço prestado, tendem a demandar cálculos complexos para sua alocação ao produto final. Cokins (1996) e Beulke e Bertó (1997) apontam para a tendência de crescimento dos custos indiretos nas organizações e recomendam o uso de direcionadores adequados para tornar direta a maior parte desses custos a fim de diminuir as distorções nos cálculos de custos dos produtos ou serviços.

Entre os itens de custo indireto, encontram-se água, energia, depreciação de equipamentos gerais, mão-de-obra indireta (por exemplo, supervisores e pessoal administrativo), etc.

## **2.1.2 Sistema de Custeio Integral**

Também conhecido como *custeio por absorção* (Figura 1), este sistema se caracteriza pela apropriação integral de *todos* os custos aos serviços (Beulke e Bertó, 1997). Nesse sistema, o

rateio dos custos indiretos, gerais ou por centros de custos, aos produtos é feito segundo critérios arbitrários como: custos diretos de produção, custos com matéria-prima e embalagem e custos de transformação (Santos, 1990). Os demais sistemas de custeio também apresentam certo grau de arbitrariedade, mas se mostram mais adequados à gestão de preços, como no caso do sistema de *custeio marginal* (Assef, 1997) ou de atividades como no caso do sistema *ABC* (Cokins, 1996).

Apesar da adoção de outros sistemas de custeio por boa parte das empresas, o sistema de custeio por absorção, que é um método essencialmente contábil, continua sendo usado em paralelo a outros sistemas no Brasil, onde é obrigatório para finalidades fiscais no setor industrial (Assef, 1997).

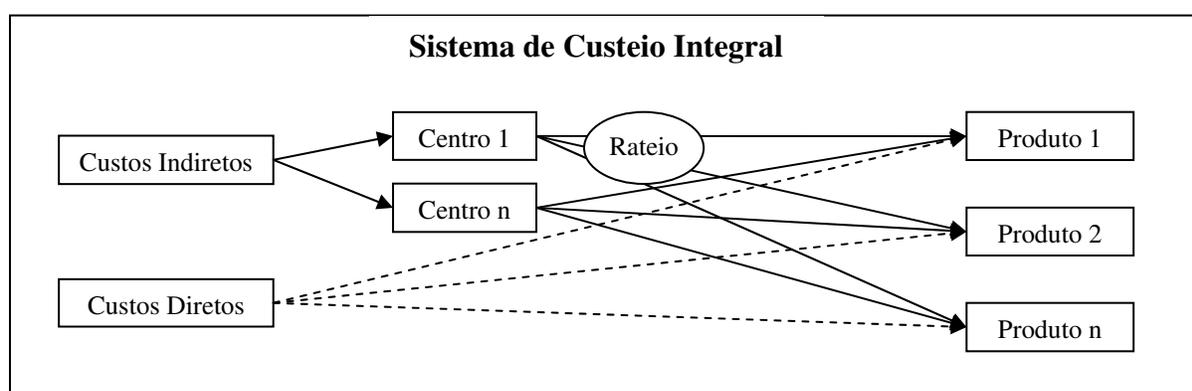


Figura 1: Alocação de custos no sistema de custeio integral

### 2.1.3 Sistema de Custeio Marginal

Outro sistema bastante tradicional é o sistema do *custeio marginal* (Figura 2). A principal característica desse sistema é apropriar aos produtos e serviços somente os seus custos proporcionais (todos os diretos e alguns indiretos) (Beulke e Bertó, 1997). Aqui, os demais custos, juntamente com o lucro bruto dos produtos ou serviços, entram na chamada *margem de contribuição*.

A margem de contribuição é a diferença entre o preço de venda e a soma dos custos variáveis de cada produto ou serviço. Como as margens de contribuição levam em consideração os preços de venda de cada produto (regulados pelo mercado), o sistema de custeio marginal se apresenta como uma ferramenta muito útil na formação de políticas de gerenciamento de preços ou de marketing (Assef, 1997; Horngren, 1986). Ainda, por fornecer informações precisas sobre os custos variáveis, ele é útil na avaliação do *ponto de equilíbrio operacional* da organização, já que explicita a relação custo-volume-lucro da mesma.

Entretanto, esse sistema pode ser inadequado para sistemas de produção com tecnologia operacional avançada, onde o ativo permanente é elevado (Santos, 1990), pois, nesse caso, os custos fixos relacionados à depreciação e manutenção de equipamentos podem ser muito elevados para um adequado gerenciamento por meio de margens de contribuição.

Em virtude da falta de rigor de alguns autores em diferenciar os custos variáveis dos custos diretos, o sistema de custeio marginal também é conhecido na literatura contábil como sistema de *custeio direto* ou ainda *custeio variável*.

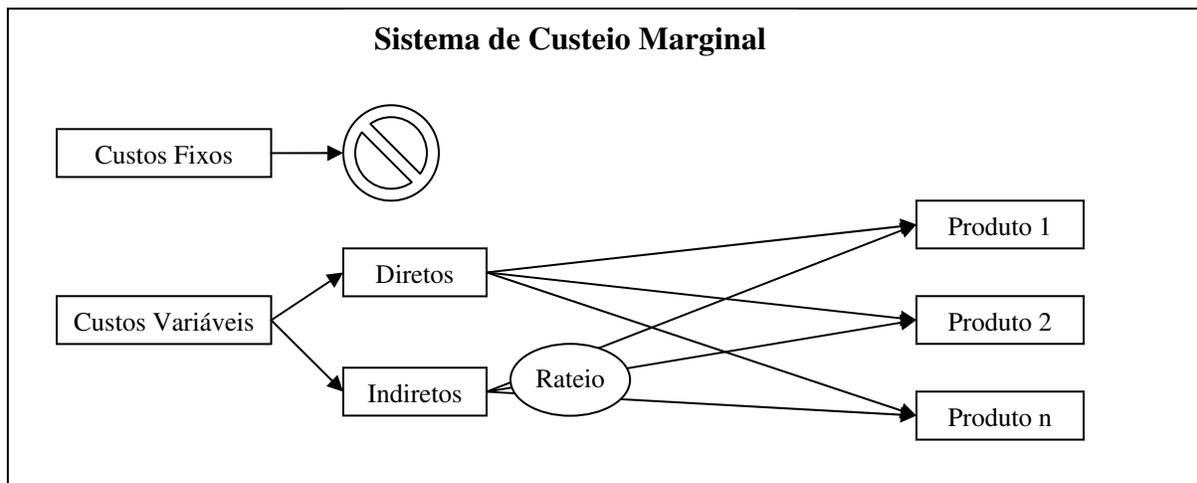


Figura 2: Alocação de custos no sistema de custeio marginal

### 2.1.4 Sistema ABC

As mudanças ocorridas nas estruturas de custos das instituições (decorrentes, entre outros fatores, da crescente automação das atividades) e a difusão da informática (que permite o rápido processamento de informações detalhadas de custos) propiciaram o surgimento do sistema *ABC* (*Activity-Based Costing*), ou sistema de custeio baseado em atividades.

O sistema ABC é regido pelo seguinte concepção: atividades consomem recursos; serviços e produtos consomem atividades (Beulke & Bertó, 1997). *Atividades* podem ser definidas como “ações repetitivas executadas no processo de produção de uma organização” (Lievens, van den Bogaert & Kesteloot, 2003); *recursos* são os bens ou meios usados no processo produtivo (e, além dos recursos materiais, incluem a mão-de-obra dos funcionários envolvidos no processo).

O princípio básico desse sistema é tornar direto o maior número possível de custos variáveis ou fixos através de direcionadores de custos (*cost drivers*) específicos (Beulke e Bertó, 1997).

Conforme observado na Figura 3, isto ocorre da seguinte forma: os custos dos recursos são transferidos para as atividades através dos direcionadores de recursos e posteriormente os custos das atividades são transferidos para os produtos ou serviços através dos direcionadores de atividades (Parreiras, 2006). Como a alocação de custos é feita a partir dos recursos e em direção aos produtos finais, a atribuição dos recursos aos produtos finais é integral (dentro da área de abrangência do sistema, que pode ser apenas uma pequena parte da organização).

Para Cokins (1996), a maior diferença entre o sistema ABC e a contabilidade de custos tradicional é que enquanto a última distribui os custos indiretos com base em volumes proporcionais à produção (por exemplo: horas de mão-de-obra, horas de máquina, número de unidades finalizadas ou custo da matéria-prima), o sistema ABC usa um conjunto de direcionadores de custos que simulam, com boa exatidão, o comportamento de custos na cadeia de produção dos serviços ou produtos.

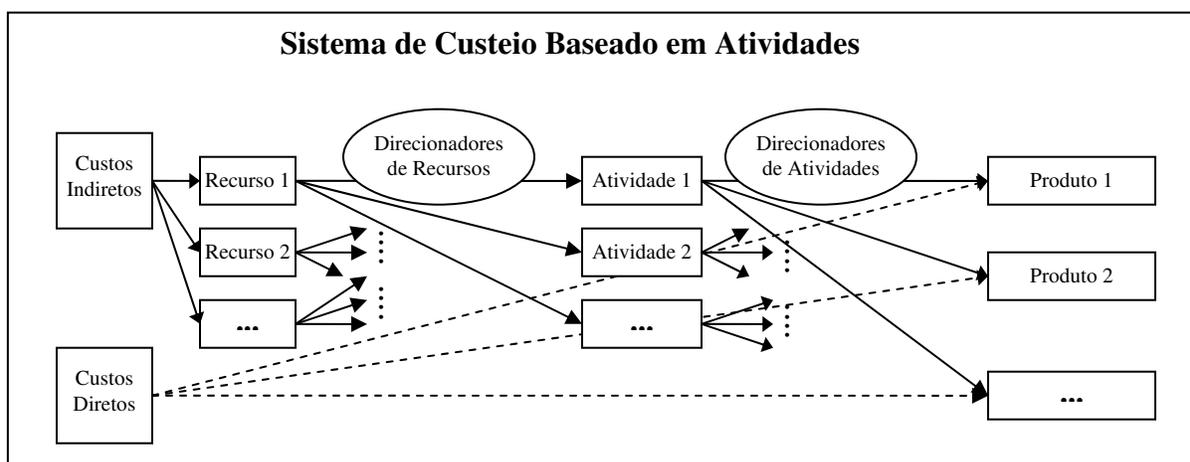


Figura 3: Alocação de custos no sistema ABC – adaptado de (Lievens, van den Bogaert & Kesteloot, 2003).

Embora tal exatidão esteja condicionada à experiência da equipe e ao nível de detalhamento pretendido, o custeio baseado em atividades ajuda a entender como os recursos são consumidos (Bainbridge, 1993), fornece informações necessárias à identificação de recursos de custo elevado, usados em excesso ou mal aplicados (Ross, 2004), e, ademais, já foi aplicado em diversos segmentos, desde bibliotecas (Gerdsen, 2002) até linhas de produção de circuitos integrados (Naguib et al., 1994). Esse sistema também foi usado na área de saúde para avaliar

procedimentos cirúrgicos (Grandlich, 2004; Antkainen et al., 2005), radiologia (Lievens, van den Bogaert, Kesteloot, 2003; Rautio, Keski-Nisula, Paakkala, 2003), manutenção de equipamentos médicos (Rocha & Bassani, 2002; Rocha, 2005) e processamento de roupas (lavanderia e rouparia) (Abbas, Lezana, Menezes, 2002).

Entre as desvantagens do sistema ABC, destacam-se o alto custo e o longo tempo de implantação do modelo de atividades da organização (Cobb, Innes, Mitchell, 1992). Entre os outros problemas apontados por Kaplan & Anderson (2004), destacam-se o alto custo para armazenar, processar e transformar os dados em informação e a dificuldade de atualização dos dados após mudanças na estrutura de atividades (geralmente, tais mudanças demandam novos levantamentos). Devost e Miller (1995) afirmam que a maior causa de insucesso na implantação do custeio baseado em atividades é o mau gerenciamento dos fatores humanos (cultura, treinamento, recursos humanos, etc.).

### **2.1.5 Sistema ABC Direcionado por Tempo**

Em virtude das limitações do sistema ABC, foi desenvolvida uma nova abordagem a esse sistema: o TDABC (*Time-Driven Activity-Based Costing*) ou custeio baseado em atividades direcionado por tempo (Kaplan e Anderson, 2004).

Assim como no sistema ABC tradicional, o sistema ABC direcionado por tempo parte da concepção de que serviços ou produtos consomem atividades e que atividades consomem recursos. Na nova abordagem, entretanto, só é necessário calcular dois parâmetros para chegar ao custo das atividades: o *custo unitário* de cada recurso e seu *tempo unitário* em cada atividade.

O *custo unitário* de cada recurso é dado pela divisão entre o custo total do recurso e sua *capacidade prática* em determinado período (e que corresponde ao tempo em que o recurso está efetivamente disponível para uso). No TDABC, a *capacidade prática* da maior parte dos recursos é dada em termos de tempo disponível (em minutos ou, dependendo da situação, em horas), mas mesmo método pode ser usado para alocar os custos de recursos direcionados por outras unidades de medida (como litros, *megabytes*, etc.). Esse parâmetro é estimado a partir do recurso.

O *tempo unitário* indica quanto de cada recurso é consumido na atividade avaliada. No TDABC, a unidade mais comum é temporal, mas, conforme sugerido na explicação sobre o *custo unitário*, a quantidade unitária pode ser dada em outras unidades de medida (sempre observando a coerência entre os dois parâmetros, de modo que, se o custo unitário de determinado recurso é

dado em R\$/minuto, sua quantidade unitária deve ser dada em minutos). Esse parâmetro é estimado a partir das atividades.

O custo de um recurso consumido em dada atividade é dado pelo produto entre seu *custo unitário* e seu *tempo unitário*.

O custo de cada atividade é dado pela soma dos custos de todos os recursos consumidos na sua execução.

Os custos dos produtos ou serviços são dados pela soma dos custos de cada atividade que eles consomem.

Na prática, o cálculo dos parâmetros do sistema ABC direcionado por tempo permite tratar os custos indiretos como custos diretos, de modo que ambos possam ser alocados aos serviços ou produtos da mesma forma.

Uma das maiores diferenças entre o sistema ABC tradicional e o TDABC é que neste último os direcionadores de custos partem dos produtos para os recursos (Figura 4), ou seja: os serviços e produtos finais indicam a demanda de consumo de cada atividade e as atividades, a demanda de cada recurso. Dessa forma, se a avaliação englobar toda a organização ou uma subdivisão na qual seja possível identificar todos os recursos usados nos produtos ou serviços avaliados (por meio das atividades), pode-se revelar a existência de capacidade ociosa no sistema produtivo.

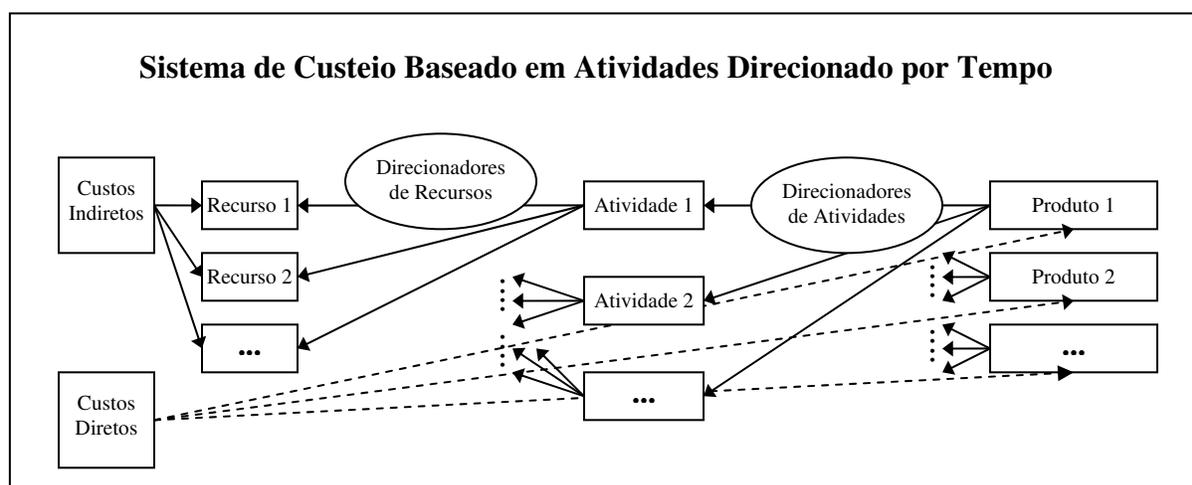


Figura 4: Alocação de custos no sistema TDABC.

Um dos problemas do sistema ABC direcionado por tempo é sua deficiência como ferramenta para formação de preços quando há uma significativa capacidade ociosa, pois nessa

condição, o custo dessa capacidade não é alocado aos produtos finais. Entre outros problemas no sistema, são encontrados: a subjetividade na estimativa das quantidades unitárias dos recursos (quando tal dado não é obtido de um sistema informatizado); a necessidade de recorrer a alguma forma de levantamento (assim como no sistema ABC) quando algumas atividades consomem recursos diretos e indiretos em diferentes proporções; a falta de precisão do sistema (que pode demandar muitas estimativas); e a sua inadequação para atividades que não sejam homogêneas ou repetitivas (Barret, 2005).

Conforme afirma Barret (2005), as duas abordagens do ABC não são mutuamente excludentes. O autor acredita que, à medida que as organizações adquiram maior familiaridade com os dois sistemas, a tendência é que sejam criados modelos híbridos, capazes de compensar as deficiências de cada uma das formas do sistema.

### **2.1.6 Escolha de um Sistema de Custeio**

Como o objetivo do método desenvolvido neste trabalho é avaliar os custos relacionados aos equipamentos médico-hospitalares no fluxo de atividades que compõem um procedimento médico, as seguintes considerações são feitas:

- O sistema de custeio integral não é capaz de atender ao objetivo de avaliar atividades, pois é baseado em centros de custo e seu método de alocação de custos não considera o processo produtivo;
- Como o sistema de custeio marginal não considera os custos não-proporcionais, este sistema não possui mecanismos para alocar os custos de depreciação dos EMHs (que são a parte mais importante do problema abordado neste trabalho);
- O sistema tradicional de custeio baseado em atividades apresenta mecanismos para avaliar atividades, mas sua aplicação demanda o levantamento completo das atividades realizadas com um conjunto definido de recursos e, portanto, não apresenta a flexibilidade necessária para avaliar procedimentos cujo conjunto de recursos consumidos não é exclusivo para aquele tipo de procedimento;
- O sistema ABC direcionado por tempo apresenta limitações na exatidão dos dados que é capaz de fornecer, mas é suficientemente flexível para possibilitar uma avaliação pontual

de custos dentro de um sistema grande e complexo como um estabelecimento de assistência à saúde.

A partir das considerações acima, pode-se afirmar que o sistema mais adequado ao desenvolvimento do método pretendido é o sistema de custeio baseado em atividades direcionado por tempo (TDABC). As diretrizes para a aplicação do sistema TDABC nesse trabalho se encontram em Kaplan & Anderson (2004), onde os autores propõem o sistema.

## **2.2 Ciclo de Vida de Equipamentos Médico-Hospitalares**

Para facilitar a avaliação dos custos não-proporcionais dos equipamentos médico-hospitalares, será aplicado o conceito de *ciclo de vida*. São apresentados a seguir alguns conceitos básicos sobre *custo do ciclo de vida* e uma breve exposição sobre cada uma das etapas em que pode se dividir o ciclo de vida de um equipamento.

### **2.2.1 Conceitos Básicos**

Alguns autores (Assef, 1997; Thuesen & Fabrycky, 2001) se referem ao *custo do ciclo de vida* (em inglês, *life-cycle cost - LCC*) de um produto sob o ponto de vista do fabricante, ou seja, consideram tais custos como aqueles com os quais o fabricante arca durante a vida de um produto no mercado (desde o seu desenvolvimento até seu declínio).

Neste trabalho, o LCC será considerado sob o ponto de vista do comprador, ou seja, como o custo total para comprar, instalar, operar, manter e descartar um equipamento no decorrer de sua vida útil (Romanyshyn, 2004). Além de uma definição, o custo do ciclo de vida é também uma ferramenta de engenharia econômica, usada para comparar alternativas que fornecem serviços similares aos usuários, mas possuem diferentes custos iniciais e de longo prazo (Lutz et al., 2006).

Como ocorre com todas as boas ferramentas, o LCC deu origem a outras ferramentas, e sua mais relevante evolução foi o *custo total de propriedade* (em inglês, *total cost of ownership - TCO*). Segundo Ellram (1995), o TCO engloba o LCC e o expande, levando em consideração também os custos de pré-compra associados a determinados fornecedores.

Na prática, percebe-se um uso quase indistinto e conceitualmente intercambiável dos termos TCO ou LCC por diferentes autores e nas mais diversas áreas de atuação, que vão desde

bombas hidráulicas (Romanyshyn, 2004; Smith, 2005) e sistemas de aquecimento residencial (Lutz *et al.*, 2006), até equipamentos médicos (Antúnez & García, 2001; Nascimento *et al.*, 2006), tecnologia da informação (Seymour, 1998; David *et al.*, 2002) e investimentos militares (Hitt, 1998).

Qualquer que seja o termo empregado, o uso crescente de ferramentas para a avaliação integral de custos de equipamentos ou outros investimentos representa um indicador importante do esforço das organizações por um gerenciamento de recursos cada vez mais cuidadoso. Tal cuidado, entretanto, deve ser refletido no modo como os estudos de custo de investimentos são realizados e como seus resultados são aplicados, pois, conforme indicado nos nomes das duas ferramentas (custo total de propriedade e custo do ciclo de vida), elas são destinadas a avaliar apenas *custos* e, portanto, só devem ser usadas na tomada de decisões depois de associadas a outras ferramentas, que ajudem a estimar os *benefícios* (Seymour, 1998).

A Figura 5 apresenta a forma de divisão das etapas do ciclo de vida de um equipamento neste trabalho.

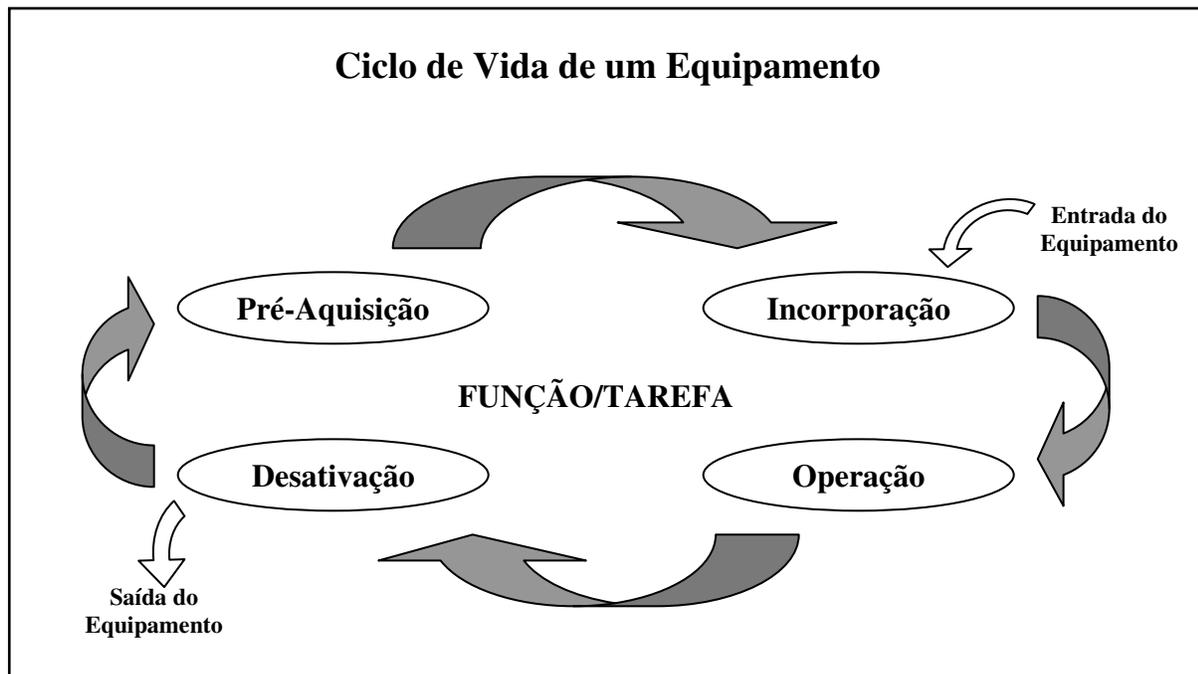


Figura 5: Ciclo de Vida de Equipamentos – adaptado de (Nascimento *et al.*, 2006).

As etapas indicadas na Figura 5 serão descritas nas próximas seções (2.2.2 a 2.2.5), que se baseiam no trabalho de Nascimento *et al.* (2006).

### **2.2.2 Pré-Aquisição**

A etapa de pré-aquisição (ou de *Planejamento*) se inicia com a manifestação de interesse, dentro da organização, em adquirir um novo equipamento, ou em substituir um antigo por outro mais adequado e termina com a decisão sobre adquirir ou não o item avaliado.

Nesse período, a equipe responsável pela avaliação de pré-aquisição deve identificar opções para a nova aquisição e procurar justificativas para sua execução através de um cuidadoso processo de avaliação tecnológica. Em qualquer que seja a área, o processo de pré-aquisição deve ser conduzido por uma equipe multidisciplinar, a fim de atender aos requisitos técnicos, operacionais e financeiros da organização. Ao término dessa etapa, a equipe de avaliação tecnológica deve apresentar um parecer negativo ao requerimento de aquisição (se o investimento se mostrar pouco viável) ou um parecer favorável, um plano para a implantação do novo equipamento (se o investimento for aprovado) e toda a documentação necessária ao processo de compra do equipamento (desde a especificação técnica do EMH até o contrato ou edital de compra).

Os gastos dessa etapa não são diretamente relacionados aos equipamentos avaliados, mas ao planejamento de sua aquisição e à burocracia envolvida nesse processo. Entre os itens de custo relacionados à etapa de pré-aquisição destacam-se:

- Horas técnicas de funcionários da organização, aplicadas em reuniões de discussão do projeto ou em outras tarefas relacionadas ao mesmo;
- Contratação de consultores especializados, para suprir a eventual falta de recursos humanos qualificados em alguma das atividades da etapa;
- Recursos materiais usados nas atividades da etapa, que vão desde os telefonemas feitos para os possíveis fornecedores até os eventuais gastos com alimentação durante as reuniões.

### **2.2.3 Incorporação**

A etapa de incorporação se inicia com a assinatura de algum contrato externo referente ao produto em aquisição ou com a alocação de recursos da organização para a realização de

atividades relacionadas ao mesmo. É nessa etapa que o equipamento efetivamente chega ao local onde será usado a partir do momento em que tiver condições mínimas de ser posto em operação.

Nesse período, deve-se adquirir o equipamento e garantir que o ambiente onde ocorrerá sua instalação seja adequado para recebê-lo. Pode ser necessário realizar reformas ou mesmo novas construções para atender aos seus requisitos. Os itens que serão substituídos devem ser removidos, realocados para outro setor, ou preservados como itens em reserva, se ainda forem úteis.

Para que as mudanças ocorram de modo harmônico, é desejável que os funcionários que terão contato com a nova aquisição recebam treinamento antes de iniciarem as operações (os técnicos responsáveis por sua manutenção e suporte operacional também devem receber treinamento, quando necessário). Essa etapa deve ser conduzida de modo a minimizar o impacto causado pelo processo de incorporação do equipamento às áreas vizinhas e às operações em que o novo equipamento será inserido.

Os gastos dessa etapa estão relacionados à instalação efetiva do equipamento e é nesse momento que as aquisições são efetivamente realizadas. Entre os itens de custo relacionados à etapa de incorporação, destacam-se:

- Os pagamentos relacionados ao equipamento: nessa parte, são incluídas as parcelas de compra do equipamento, frete, seguro de transporte, despesas com armazenagem (enquanto o equipamento aguarda sua instalação), seguro do equipamento, testes de aceite, garantia, instalação, taxas e impostos (ex.: imposto de importação), licenças para a operação do equipamento, laudos técnicos (ex.: laudo de segurança radiológica, no caso de ambientes hospitalares), treinamento (de técnicos), calibração inicial e custo estimado de paralisação do serviço (estimado pelo lucro cessante durante o período em que o serviço ficou parado para a desativação do equipamento antigo e a instalação do novo);
- Os pagamentos relacionados às reformas e construções prediais: incluem, entre outros itens, as parcelas de pagamento do material de construção e da mão-de-obra (ou da empreiteira), projetistas, instalações elétricas, hidráulicas e de gases, instalações telefônicas e de informática (ex.: redes de dados) e aterramento;
- Os pagamentos relacionados ao mobiliário de apoio: incluem, entre outros itens, as parcelas de compra do mobiliário, frete, instalação e eventuais impostos e taxas;

- Despesas relacionadas a recursos humanos: essa parcela é constituída, basicamente, pelas despesas com recrutamento e seleção de funcionários para a operação e manutenção do equipamento e das despesas com treinamentos em operação.

## 2.2.4 Operação

O período de operação se estende do início do funcionamento do equipamento até sua desativação dentro da organização.

Nesse período, a nova aquisição já faz parte do sistema produtivo e deve contribuir para “pagar” seu investimento inicial e suas despesas correntes, através das atividades realizadas com seu auxílio pelos membros da organização. Nessa etapa, as equipes de manutenção e operação são responsáveis pelo bom funcionamento do item instalado e devem cuidar para que seu uso se dê de modo seguro e eficiente.

Os gastos dessa etapa estão relacionados ao funcionamento do equipamento e às suas atividades associadas. Entre os itens de custo relacionados a essa etapa, destacam-se:

- Gastos com as equipes de operação e apoio à operação do equipamento: salários, encargos e benefícios (considerando apenas a parcela de tempo contratado em que o funcionário trabalha com o equipamento), e treinamentos (em operação e segurança);
- Recursos relacionados à operação do equipamento: seguro, o aluguel de espaço físico (ou valor estimado, caso a área pertença à organização), despesas com limpeza, insumos e matérias-primas, etc. É necessário ressaltar que alguns desses itens têm custos proporcionais ao volume de produção do equipamento (custos variáveis) e outros, não (custos fixos);
- Gastos com manutenção: aqui, são consideradas as atividades de manutenção corretiva, manutenção preventiva, calibração e ensaios, que podem ser efetuadas por uma equipe técnica interna da organização (se os técnicos forem qualificados), pelo fabricante, ou por terceiros. Além da mão-de-obra, devem ser consideradas as partes e peças de reposição e outros itens consumidos nas atividades de manutenção.

### **2.2.5 Desativação**

O período de desativação se estende do momento em que o equipamento encerra suas atividades até o momento em que ele atinge seu destino final (por meio de venda, doação, descarte ou simples abandono em algum depósito).

A desativação de um equipamento pode ser motivada por diversos fatores, como obsolescência, desgaste, ou ‘morte econômica’ (quando os gastos com operação, manutenção e/ou peças de reposição se tornam superiores à receita gerada pelo equipamento, mesmo que este ainda esteja em funcionamento).

Os gastos dessa etapa estão relacionados à desativação e descarte do equipamento. Entre os itens relacionados a essa etapa, destacam-se:

- **Desmontagem do equipamento:** máquinas de grande porte podem demandar algumas horas técnicas da equipe interna (ou mesmo de uma equipe externa) para ser desmontados antes de sua remoção;
- **Reformas:** dependendo do tipo de instalação do equipamento, sua remoção pode demandar desde a pintura do teto até a demolição e reconstrução de alguma parede (caso o equipamento seja grande demais para passar pelas vias de acesso ao local onde foi instalado);
- **Transporte:** para o destino final (ou um destino intermediário). Aqui, é possível incluir também o aluguel de guindastes ou outras máquinas de carregamento necessárias ao deslocamento de equipamentos de grande porte até os veículos de transporte.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo, será proposto o método para a avaliação do custo de utilização de equipamentos médico-hospitalares em procedimentos de assistência à saúde. Junto com o método, serão indicadas as ferramentas empregadas na sua aplicação. A seqüência de aplicação do método pode ser observada na Figura 6.

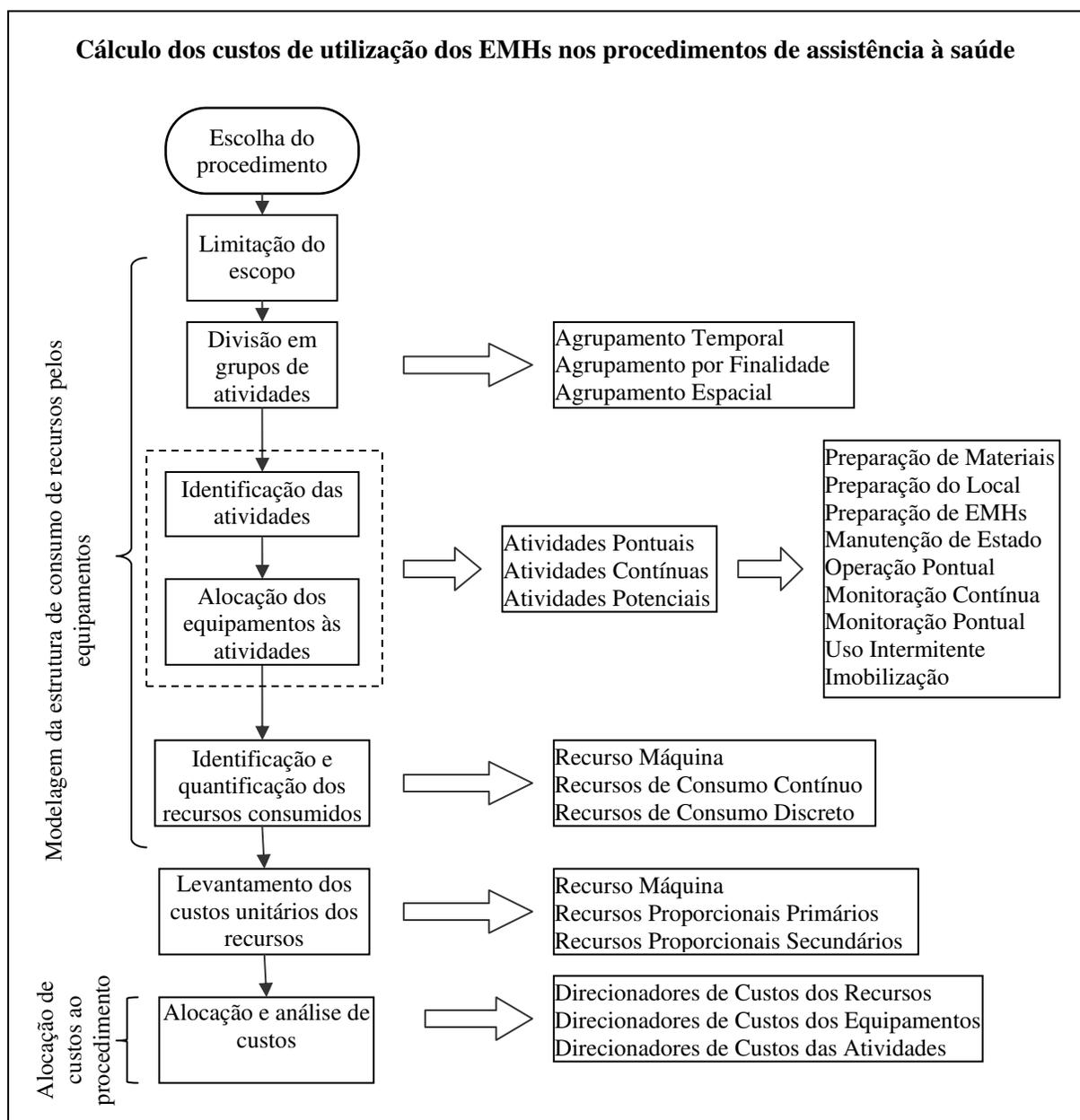


Figura 6: Seqüência de aplicação do método

As cinco etapas que sucedem a escolha do procedimento na Figura 6 (desde “Limitação do Escopo” até “Identificação e quantificação dos recursos consumidos”) correspondem à seção 3.1. Nessa seção, as atividades, equipamentos e recursos que fazem parte do procedimento são progressivamente identificados e quantificados.

Na seção 3.2, é apresentado o método de levantamento dos custos unitários de cada tipo de recurso identificado na seção anterior.

A seção 3.3, correspondente à última etapa na seqüência da Figura 6, apresenta o modo de calcular os custos associados aos equipamentos usados no procedimento a partir dos dados obtidos nas seções anteriores. Nessa seção, também são apresentados alguns critérios para avaliar as informações obtidas com a aplicação do método.

### **3.1 Modelagem da Estrutura de Consumo de Recursos pelos Equipamentos**

Neste trabalho, a expressão *estrutura de consumo de recursos* se refere ao conjunto formado pelos equipamentos médico-hospitalares e pelos recursos consumidos por eles durante a execução de procedimentos de assistência à saúde. Essa estrutura se baseia no perfil de utilização dos equipamentos dentro do fluxo de atividades desenvolvidas em cada procedimento. O conhecimento desse perfil é útil para avaliar o modo como os recursos estão sendo usados e identificar possíveis pontos de melhoria nos processos existentes.

Nesta seção, o método de modelagem da estrutura de consumo de recursos será apresentado progressivamente, partindo da limitação do escopo do procedimento, seguido pela divisão do procedimento em grupos de atividades, da identificação das atividades e equipamentos usados em cada grupo e, por fim, pela identificação dos recursos e o levantamento dos seus *tempos unitários* (ou *quantidades unitárias*) alocados a cada atividade. O resultado dessa parte do método equivale a um mapa de consumo de recursos pelos equipamentos utilizados no procedimento.

Como o foco do trabalho é o custo de utilização dos equipamentos (insumos, materiais, energia, etc.) usados em cada procedimento médico e não o custo total do procedimento em si, os custos relacionados aos operadores dos equipamentos (p.ex.: mão-de-obra) serão ignorados. Também não serão considerados os recursos que não tem relação direta com os equipamentos (p.ex.: aluguel da sala, segurança patrimonial do EAS, custos administrativos).

As considerações doravante feitas pressupõem que os procedimentos avaliados com o método aqui apresentado são bem estabelecidos na área médica e que seu fluxo de atividades segue um protocolo pré-determinado.

Procedimentos experimentais ou que não sigam protocolos bem definidos (como aqueles feitos em situações de emergência) não apresentam um fluxo de atividades bem definido e, como consequência, seu comportamento médio pode não representar adequadamente o procedimento médio. Deste modo, embora os resultados obtidos com sua avaliação possam ser úteis para avaliar qualitativamente o uso dos equipamentos no procedimento, eles são pouco representativos como perfil quantitativo do tipo de procedimento.

O levantamento da estrutura de atividades e equipamentos usados no procedimento deve ser preferencialmente feito por meio de entrevistas com membros da equipe clínica do EAS que tenham familiaridade com o procedimento em análise. É possível recorrer, também, às descrições redigidas ao término do procedimento (se houver), mas esses relatórios podem não apresentar um nível de detalhamento suficiente para a identificação dos equipamentos (embora possam ser bastante úteis para guiar a entrevista com um membro da equipe médica ou de enfermagem).

### **3.1.1 Limitação do Escopo**

O primeiro passo para modelar a estrutura de consumo de recursos e atividades pelos equipamentos no procedimento escolhido é limitar o escopo do procedimento avaliado.

Como cada EAS apresenta condições distintas e cada avaliação pode ser motivada por um interesse específico, não é possível definir regras específicas para a definição do escopo de um procedimento. Entretanto, podem ser feitas algumas considerações referentes aos dois fatores com maior influência na definição do escopo de uma avaliação: as atividades e os equipamentos.

As atividades são os blocos básicos de formação de qualquer procedimento, logo, os limites de um procedimento podem ser determinados pelas atividades consideradas como parte dele e que o limitem de algum modo. Essa limitação pode ser feita segundo vários critérios, como o local onde as atividades são realizadas ou o grupo que as realiza. Entretanto, critérios menos restritivos como, por exemplo, “as atividades realizadas desde os preparativos para a cirurgia até o momento em que o paciente sai do hospital”, podem dar uma visão mais abrangente sobre o processo de assistência à saúde.

O grupo de equipamentos cujo padrão de consumo nas atividades será avaliado também pode ser determinado por diversos critérios, mas qualquer um desses critérios estará sujeito às limitações impostas às atividades consideradas, pois são as atividades que determinam quais EMHs participam do procedimento. Outras restrições, como “apenas os equipamentos que entrem em contato direto com o paciente” ou “apenas os equipamentos cuja manutenção é feita exclusivamente fora do EAS” também podem ser aplicadas.

O método pode ser usado, também, para calcular apenas uma fração dos recursos consumidos no procedimento, relacionada a uma atividade ou a um equipamento específico. Nesse caso, as restrições feitas acima deverão ser aplicadas às atividades escolhidas.

### **3.1.2 Divisão do Procedimento em grupos de atividades**

Para mapear os recursos consumidos pelos equipamentos médicos durante um procedimento qualquer, é necessário decompô-lo em atividades.

O primeiro passo para identificar as atividades que compõem um procedimento médico é definir critérios de agrupamento que facilitem a associação das atividades a alguma estrutura lógica ou física relacionada ao procedimento.

Nesse trabalho, são propostos e analisados três sistemas de agrupamento das atividades dentro de um procedimento: temporal, por finalidade e espacial. Esses sistemas são independentes uns dos outros e não são mutuamente excludentes, pois a aplicação de cada um deles pode evidenciar determinadas características dos procedimentos.

#### *Agrupamento Temporal*

Segundo esse sistema, as atividades são agrupadas conforme o momento em que são realizadas durante o procedimento, ou seja: parte-se do pressuposto que o procedimento pode ser dividido, de algum modo, em etapas que seguem uma seqüência cronológica.

Uma das possíveis divisões cronológicas (e que é adotada nesse trabalho) parte da identificação de uma etapa considerada principal no procedimento avaliado. Essa etapa corresponde ao conjunto de atividades que guarda uma relação mais direta com o objetivo primário do procedimento e é chamada de *Intervenção* (p.ex.: numa cirurgia cardíaca, a etapa *Intervenção* corresponderia àquela em que ocorre a abertura do tórax, a intervenção no coração e o subsequente fechamento do tórax).

A etapa chamada de *Intervenção* engloba todas as atividades realizadas *durante* a execução da etapa principal, mesmo que não façam parte da cadeia de atividades mais diretamente relacionada ao objetivo primário do procedimento (voltando ao exemplo da cirurgia cardíaca: um exame de sangue feito durante uma operação também faz parte do procedimento, embora não seja feito na sala de cirurgia). A etapa *Pré-Intervenção* corresponde ao grupo de atividades realizadas antes da *Intervenção* e a etapa *Pós-Intervenção*, às atividades realizadas após o mesmo. Em alguns casos, é possível dividir a etapa *Intervenção* em duas ou mais etapas, de acordo com as características do procedimento, para facilitar a coleta de dados.

Conforme mostra a Figura 7, no sistema de agrupamento temporal, os grupos de atividades apresentam uma relação seqüencial entre si. Este esquema de divisão favorece a identificação do procedimento como um processo e a avaliação temporal de seu fluxo de atividades.

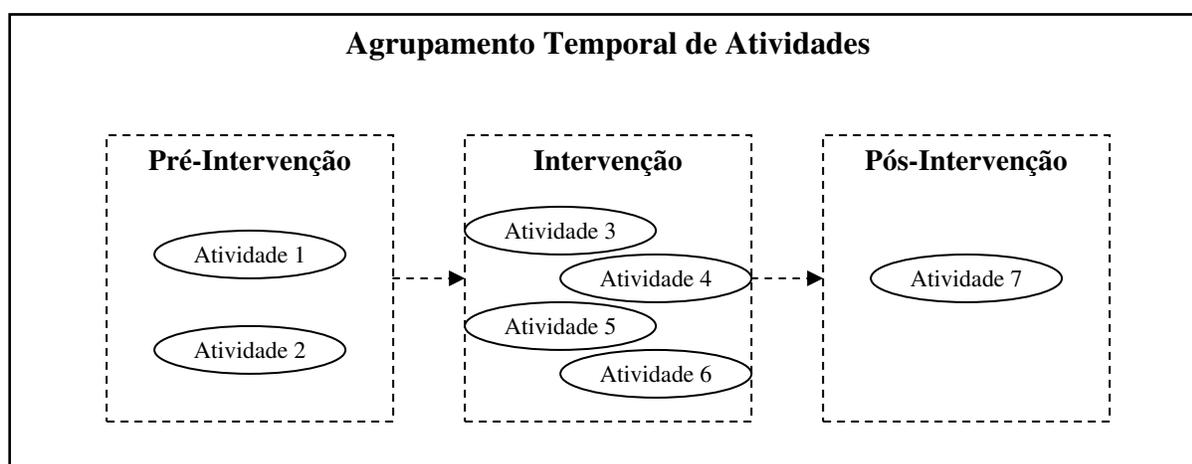


Figura 7: Agrupamento Temporal de Atividades.

#### *Agrupamento por Finalidade*

No sistema de agrupamento por finalidade, as atividades são separadas segundo sua função no procedimento. Este critério de agrupamento permite ressaltar as diferenças e semelhanças existentes entre atividades com finalidades similares e, assim, identificar características específicas de algumas atividades que podem ser usadas para melhorar o aproveitamento de recursos em outras.

Neste trabalho, quatro grupos de finalidades de atividades foram propostos: ‘Preparação’, composto pelas atividades de preparação de materiais e equipamentos para o procedimento;

‘Operação’, que engloba as atividades executadas diretamente no corpo do paciente; ‘Apoio’, composto pelas atividades que são realizadas somente em caráter emergencial, mas exigem a presença de equipamentos específicos no local do procedimento (ou nas imediações); e ‘Monitoração’, formado pelas atividades de medição dos parâmetros fisiológicos do paciente.

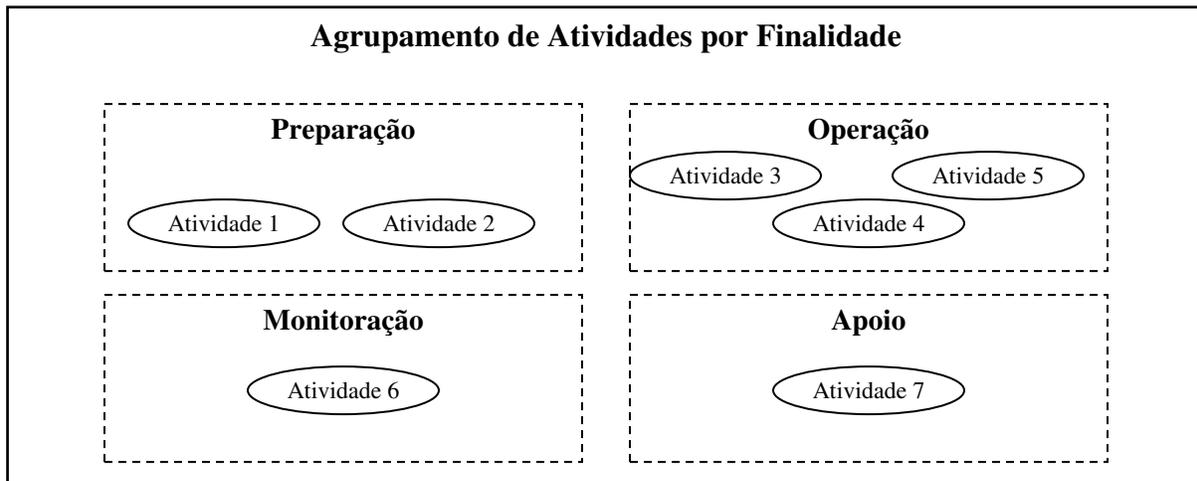


Figura 8: Agrupamento Funcional de Atividades

Conforme observado na Figura 8, os grupos de finalidades não guardam, necessariamente, uma relação direta entre si. Entretanto, o agrupamento por finalidade das atividades pode ser útil, por exemplo, para facilitar a comparação do tempo de utilização de equipamentos usados em atividades de mesma finalidade.

### *Agrupamento Espacial*

O sistema de agrupamento espacial separa as atividades de acordo com os respectivos locais onde são realizadas.

Como esse tipo de agrupamento está vinculado à estrutura física do estabelecimento de assistência à saúde e do tipo de procedimento considerado, a definição dos grupos de atividades deve ser feita especificamente para cada caso (um conjunto bastante comum de categorias segundo o agrupamento espacial seria o trio ‘central de materiais/centro cirúrgico/UTI’).

A Figura 9 representa graficamente o agrupamento espacial de atividades. É possível notar que esse critério de divisão ressalta a relação espacial entre os ambientes onde o procedimento é realizado e essa característica favorece a avaliação do fluxo de atividades dentro

de um hospital e do modo como os equipamentos alocados ao procedimento interagem nesse espaço.

Como a base teórica da decomposição do procedimento em atividades é comum aos três sistemas de agrupamento, os dados coletados a partir de cada sistema devem ser iguais, embora estruturados de modo distinto. Assim, é possível, após o levantamento de atividades segundo um sistema específico, reordená-las por outro sistema e ampliar as possibilidades de análise do procedimento.

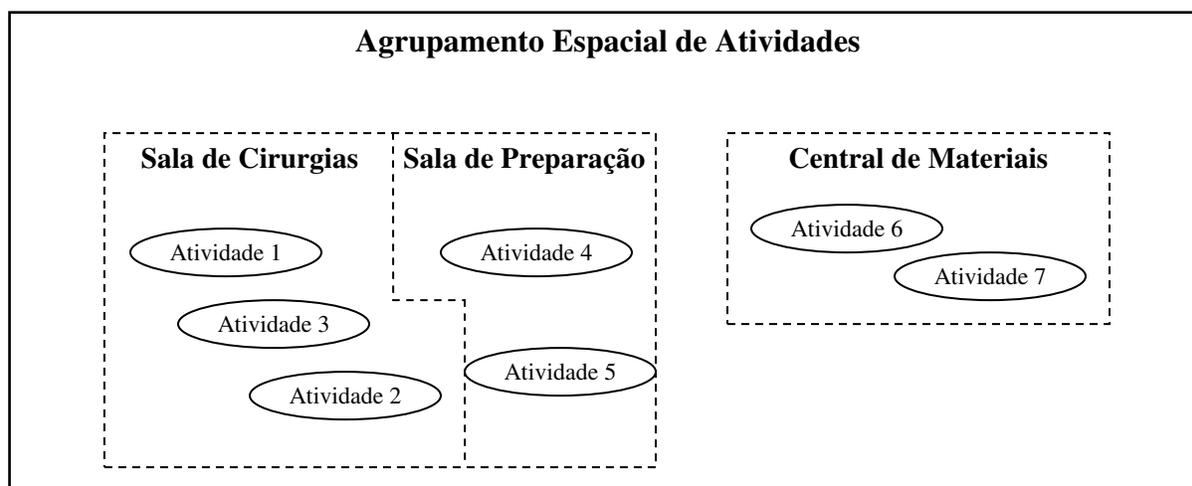


Figura 9: Agrupamento Espacial de Atividades

Todo o desenvolvimento do método feito a seguir será realizado com a intenção de avaliar o fluxo temporal de atividades realizadas em um procedimento médico com o auxílio de equipamentos e, portanto, o sistema de *agrupamento temporal* das atividades será usado como base para montar a estrutura de atividades do procedimento. As eventuais observações concernentes aos outros sistemas serão apresentadas ao longo do texto.

### 3.1.3 Identificação das Atividades e Equipamentos

Após adotar um sistema de agrupamento, é necessário identificar as atividades e os equipamentos alocados a cada uma delas.

#### *Tipos de atividades*

As atividades podem ser classificadas em três categorias distintas, segundo sua participação no procedimento:

- *Atividades pontuais*: são aquelas executadas em momentos específicos do procedimento e que, geralmente, fazem parte de uma seqüência específica de atividades (p.ex.: esternotomia em algumas cirurgias cardíacas);
- *Atividades contínuas*: são aquelas que se estendem por um período considerável do procedimento. Entre as atividades mais comuns dessa categoria, se encontram as de monitoração (p.ex.: oximetria) e as de manutenção de algum estado do paciente (p.ex.: anestesia);
- *Atividades potenciais*: são aquelas que, apesar de demandar a alocação de equipamentos ao procedimento, não são executadas em todos os procedimentos. Um exemplo típico deste tipo de atividade é a desfibrilação cardíaca, que não costuma integrar nenhum procedimento específico, mas que pode ser necessária durante a realização de procedimentos onde há risco de parada cardíaca.

#### *Modos de alocação de equipamentos às atividades*

Após definir os tipos de atividades quanto à sua participação no procedimento, devem ser identificados os equipamentos alocados ao procedimento por meio das funções que eles realizam em cada atividade. Os modos de alocação dos equipamentos às atividades, apresentados a seguir, derivam de algumas combinações entre os grupos de finalidades de atividades e os tipos de atividades segundo sua participação nos procedimentos e servem como orientações gerais para a identificação dos equipamentos alocados a cada tipo de atividade.

Neste trabalho, são consolidados e padronizados nove modos de alocação de EMHs aos procedimentos e cada equipamento pode participar de mais de uma atividade por modos de alocação distintos:

- *Preparação de materiais*: mesmo não entrando em contato direto com os pacientes, os equipamentos utilizados na preparação de materiais ou instrumentos médicos devem ser contados entre os alocados aos procedimentos, pois essas atividades são imprescindíveis à maior parte dos procedimentos médicos;
- *Preparação do local*: assim como os equipamentos usados na preparação de materiais, os equipamentos usados na preparação do local do procedimento também devem ser contados entre os EMHs integrantes do procedimento. Além destes, os equipamentos que

permanecem na sala do procedimento durante sua preparação, à espera do início de suas atividades, também devem ser alocados à atividade de preparação do local, pois não podem ser usados em outras atividades durante esse período;

- *Preparação de equipamentos*: entre as atividades que precedem um procedimento médico, também se encontram as atividades de preparação de equipamentos. Os equipamentos que estão sendo preparados para o procedimento, mesmo não sendo ainda utilizados, já devem ser alocados ao procedimento, pois ficam indisponíveis para ser usados durante esse período;
- *Manutenção de estado*: os equipamentos usados na manutenção de algum estado vital do paciente (como, por exemplo, um sistema de anestesia) devem ser alocados à etapa pelo menos durante todo o período em que é a manutenção daquele estado é necessária;
- *Operação pontual*: essas atividades, que demandam o uso dos equipamentos em momentos específicos dentro da seqüência de atividades do procedimento, implicam a alocação dos equipamentos ao procedimento durante todo o período do procedimento em que eles ficam indisponíveis para ser usados em outro procedimento, não somente durante os instantes em que eles são usados;
- *Monitoração contínua*: são as atividades que demandam o uso de EMHs para a medição contínua de algum parâmetro fisiológico do paciente (p.ex.: monitor cardíaco, oxímetro de pulso, etc.).
- *Monitoração pontual*: são as atividades de medição de determinados parâmetros fisiológicos que não podem ser acompanhados continuamente (p.ex.: exames de sangue).
- *Uso intermitente*: algumas atividades não fazem parte da seqüência básica de um procedimento e só são executadas em situações específicas. Os equipamentos necessários à eventual execução dessas atividades intermitentes (como desfibriladores ou mesmo bombas de infusão) devem ser alocados aos procedimentos durante toda a sua duração, embora alguns possam ser compartilhados entre dois ou mais locais fisicamente próximos.
- *Imobilização*: todos os equipamentos que estiverem no local do procedimento mesmo sem fazer parte do mesmo e devido a isso forem impedidos de ser utilizados em outros procedimentos devem ser alocados ao procedimento corrente durante toda a sua duração.

Considerando os *modos de alocação de equipamentos*, é possível desenvolver um roteiro de perguntas para facilitar a obtenção da estrutura de atividades e equipamentos em entrevista. O roteiro de perguntas deve orientar a um sistema de agrupamento de atividades e conduzir ao detalhamento crescente e sistemático da estrutura, de modo a evitar perda ou duplicação de informações. Além disso, deve ser o mais direto possível, a fim de minimizar o tempo da entrevista. Neste trabalho, foi desenvolvido o *Roteiro de Perguntas para o Sistema de Agrupamento Temporal*, que se encontra no Apêndice 1. O roteiro é dividido em duas partes, sendo que na primeira parte a estrutura é mapeada até o nível dos equipamentos e, na segunda, até os recursos consumidos pelos equipamentos.

As informações obtidas com a aplicação do roteiro de perguntas devem ser registradas no *Formulário de Atividades, Equipamentos e Recursos*, que se encontra no Apêndice 2. Esse formulário possui campos para a identificação das atividades componentes de cada etapa, dos equipamentos utilizados em cada atividade e dos recursos consumidos por cada equipamento.

### **3.1.4 Identificação e Quantificação dos Recursos Consumidos**

Para completar o levantamento da estrutura de consumo de recursos pelos EMHs, falta identificar os tipos e quantidades dos recursos consumidos durante os procedimentos de assistência à saúde.

Na abordagem aqui adotada, é assumido que a quantidade média de cada recurso consumida em cada atividade (ou seja: seu *tempo* ou *quantidade unitária*) é conhecida.

Os recursos não-proporcionais (vide item 2.1.1) consumidos pelos equipamentos são agrupados no recurso *máquina* e alocados às atividades por meio do método proposto no sistema de custeio baseado em atividades direcionado por tempo.

Além do recurso *máquina*, este trabalho considera duas outras categorias de recursos: os *recursos de consumo discreto* e *recursos de consumo contínuo* (ambos consumidos de modo proporcional aos procedimentos). As três categorias de recursos são descritas brevemente a seguir:

*Recurso Máquina*: esse recurso corresponde ao conjunto formado pelo próprio equipamento médico-hospitalar e pelos recursos que ele consome durante sua vida útil (exceto aqueles consumidos durante o procedimento). A quantidade de *recurso máquina* consumida em

cada atividade (seu *tempo unitário*) é dada pelo tempo de alocação do equipamento à atividade e seu valor médio deve ser obtido por meio de entrevistas com membros do corpo clínico ou, quando possível, por meio de medições *in loco*. A unidade de medida de consumo desse tipo de recurso deve ser temporal sendo que, para procedimentos médicos, o *minuto* é a unidade de tempo mais adequada. O método de cálculo do custo do *recurso máquina* será detalhado na seção 3.2.1.

*Recursos de consumo discreto*: são os recursos consumidos em múltiplos de unidades inteiras durante os procedimentos. A quantidade de recursos de *consumo discreto* consumida em cada atividade (sua *quantidade unitária*) depende do equipamento e do procedimento específico e pode ser obtida em entrevista com membros do corpo clínico ou, quando possível, por meio de observação *in loco*. Os recursos típicos desta categoria são os materiais descartáveis consumidos na operação dos equipamentos médicos (ex.: eletrodos descartáveis). A unidade de medida desse tipo de recurso é o próprio recurso (p.ex.: *eletrodo, cateter, etc.*);

*Recursos de consumo contínuo*: são os recursos normalmente consumidos em quantidade proporcional ao tempo efetivo de uso dos equipamentos no procedimento. Entre os recursos desta categoria, estão incluídos energia elétrica, água e gases. Apesar de cada recurso desse tipo ter sua própria unidade de medida, o consumo pode ser medido em unidades temporais (p.ex.: minutos) e depois multiplicado pela respectiva taxa média de consumo (p.ex.: 20 l/min) – essas taxas de consumo podem ser obtidas por meio de medições, estimativas ou informações do fabricante.

Alguns acessórios ou peças de reposição com durabilidade média conhecida podem ser considerados como itens de consumo contínuo (p.ex.: algumas lâmpadas têm sua vida útil estimada em centenas de horas) se seu tempo efetivo de operação for consideravelmente diferente do tempo de alocação do equipamento ao procedimento. Isso permite uma melhor avaliação dos custos de utilização dessas peças. Entretanto, se os dois tempos considerados forem semelhantes, é preferível manter esses itens diretamente alocados aos custos gerais de manutenção do equipamento, já que seus custos serão alocados com os mesmos direcionadores do *recurso máquina*.

Conforme indicado na seção 3.1.4, o *Roteiro de Perguntas para o Sistema de Agrupamento Temporal* apresenta um grupo de perguntas para facilitar a identificação e quantificação dos recursos consumidos nas atividades. O *Formulário de Atividades, Equipamentos e Recursos* apresenta campos para o registro dos recursos e suas respectivas quantidades consumidas por cada equipamento.

## 3.2 Levantamento dos Custos Unitários dos Recursos

Além do levantamento da estrutura de consumo dos recursos, é necessário identificar o *custo unitário* de cada recurso (segundo o método indicado no sistema TDABC). O objetivo desta seção é indicar meios para a identificação e cálculo desses custos.

### 3.2.1 Custo Unitário do Recurso Máquina

Conforme indicado na seção 3.1.4, o *recurso máquina* corresponde ao próprio EMH e aos recursos que ele consome fora dos procedimentos em que é empregado durante sua vida útil. Embora o custo total desse recurso não seja proporcional à sua frequência de utilização no estabelecimento de assistência à saúde, seu *custo unitário* pode ser calculado e usado para a alocação de recursos do tipo *máquina* aos procedimentos médicos. O que direciona os recursos do tipo *máquina* aos procedimentos são os seus tempos alocados às atividades, não o tempo de posse dos equipamentos pelo hospital.

A estimação do custo unitário do *recurso máquina* demanda o cálculo de dois parâmetros:

1. *Custo Total de Máquina*: é o custo parcial do ciclo de vida do equipamento (segundo os conceitos apresentados na seção 2.2): ao invés de estimar o custo total do ciclo de vida do EMH, os custos operacionais proporcionais são ignorados (o método de alocação dos custos proporcionais será descrito na próxima seção) e todos os demais custos estimados durante o ciclo de vida do equipamento são agrupados (estes podem ser considerados como a parte ‘estática’ do ciclo de vida do equipamento).
2. *Capacidade Prática*: É o tempo total em que o equipamento está efetivamente disponível para ser usado em procedimentos médicos durante seu ciclo de vida. Essa capacidade é determinada pelo produto entre a *capacidade teórica total* do equipamento e sua *disponibilidade prática*. O primeiro parâmetro corresponde ao tempo total estimado para o ciclo de vida do equipamento, considerando a duração do expediente no local onde o

equipamento está alocado; o segundo é um percentual que depende do *uptime* do equipamento (o percentual de tempo em que a máquina está em condições de funcionamento) e do perfil de utilização do EMH no setor ao qual ele pertence.

O custo do recurso máquina por unidade de tempo (ou *custo unitário*) é o resultado da divisão do *custo total de máquina* por sua *capacidade prática*. Este valor é usado em conjunto com o *tempo unitário* para calcular os *direcionadores de custo dos recursos* (que serão abordados na seção 3.3). Como a capacidade prática é uma estimativa do tempo de uso (mesmo que somente por alocação) dos equipamentos, é importante ressaltar que um EMH que seja pouco usado em um hospital terá uma capacidade prática baixa e, conseqüentemente, um custo unitário mais elevado.

Avaliações de custo do ciclo de vida de equipamentos já em uso no EAS podem demandar consultas aos registros da administração do hospital ou dos departamentos responsáveis pelas compras, engenharia (clínica e hospitalar) e contratos (de manutenção, seguro, etc.). Caso inexistam registros desses custos, eles podem ser estimados a partir dos valores praticados pelos fornecedores no momento da avaliação decrescidos da inflação do período da aquisição até o momento da avaliação (ex.: se houve um aumento de 10% nos preços da construção civil desde que foi feita uma reforma por causa de um equipamento específico, o cálculo dos custos de incorporação desse equipamento deve ser feito considerando os custos praticados no momento da avaliação decrescidos da inflação nos preços da construção civil). Avaliações de custos futuros deverão ser feitas com base nos custos atuais (que podem ser obtidos com fornecedores ou no departamento administrativo) acrescidos das taxas de inflação previstas para o período (ex.: se a previsão para a inflação no setor de suprimentos médicos for estimada em 5% para o próximo ano, a avaliação dos custos dos suprimentos que deverão ser consumidos por um equipamento que será instalado no próximo ano deve considerar um aumento de 5% sobre os preços praticados atualmente). Como se pode notar, o levantamento do custo do recurso máquina pode exigir a estimação de muitos valores e, portanto, deve ser feito cuidadosamente, pois estimativas pouco criteriosas podem reduzir consideravelmente a exatidão dos dados e comprometer a utilidade das informações obtidas com a avaliação.

Parte das informações referentes à capacidade prática de uso dos equipamentos pode ser obtida com o departamento responsável pela manutenção (o *uptime*); a outra parte, com

funcionários do setor em que o EMH é utilizado (duração do expediente, índice de ocupação da sala de exames, etc.).

Para registrar esses dados, foi desenvolvido o *Formulário de Recurso Máquina*, que se encontra no Apêndice 4. Para automatizar o cálculo do custo unitário a partir dos dados registrados no formulário, foi desenvolvida a *Planilha de Recurso Máquina* no programa *Microsoft Office Excel 2003*. As imagens dos componentes da *Planilha de Recurso Máquina*, seguidas de breves explicações sobre seu preenchimento podem ser observadas no Apêndice 5.

### **3.2.2 Custos Unitários dos Recursos de Consumo Proporcional**

Nesta seção, são indicados os meios para levantar os *custos unitários* dos recursos de consumo proporcional ao volume de procedimentos (pelo fato de o sistema TDABC tornar proporcional a alocação de custos de recursos não-proporcionais, ele permite a alocação de ambos os tipos de custo da mesma maneira).

Como o método é voltado à avaliação de custos e não ao estudo da viabilidade econômica dos procedimentos, é necessário considerar os custos efetivamente pagos pelos recursos. Para avaliar procedimentos atuais, devem ser considerados os custos médios dos recursos disponíveis em estoque no momento da avaliação. Estudos realizados para avaliar cenários futuros devem usar os custos médios estimados no período previsto, considerando os custos atuais dos recursos e as taxas de inflação previstas para o período.

Neste trabalho, os recursos proporcionais são divididos em duas categorias: *primários* e *secundários*. O modo de obtenção do custo unitário desses recursos é descrito a seguir:

#### *Custo unitário de recursos proporcionais primários*

A maior parte dos recursos proporcionais é adquirida pelo EAS pronta para uso, sem necessidade de qualquer processamento. Estes são chamados, neste trabalho, de *recursos proporcionais primários*. Podem ser recursos de consumo *discreto* ou *contínuo*:

#### *Recursos primários de consumo discreto*

Em geral, os custos unitários dos recursos primários de consumo discreto podem ser obtidos diretamente dos fornecedores ou do departamento de compras do estabelecimento de

assistência à saúde onde o estudo seja realizado, sem a necessidade de cálculos (exceto, talvez, a divisão do custo de um lote pelo número de unidades de cada lote).

Para estimar custos em períodos futuros, entretanto, devem ser consideradas eventuais variações devidas à inflação ou às mudanças de câmbio monetário (se o item for importado).

#### *Recursos primários de consumo contínuo*

Os custos unitários dos recursos primários de consumo contínuo também podem ser obtidos dos fornecedores ou do setor de compras, mas o cálculo da maior parte desses custos pode exigir um passo a mais: a divisão do custo unitário de um item por sua capacidade total (p.ex.: para obter o custo unitário do oxigênio presente em um cilindro, o custo do cilindro cheio deve ser dividido por sua capacidade volumétrica).

Para estimar custos futuros deste tipo de recurso, eventuais variações inflacionárias ou cambiais também devem ser consideradas.

#### *Custo unitário de recursos proporcionais secundários*

*Recursos proporcionais secundários* são aqueles que precisam passar por algum processamento antes de serem utilizados no EAS ou que são produzidos pelo próprio EAS em processos que consomem outros recursos. Os custos destes itens correspondem à soma dos custos dos recursos consumidos nas atividades que os produziram/processaram. Os recursos secundários, assim como os primários, podem ser recursos de consumo discreto ou contínuo. A seguir, são feitas algumas considerações sobre os dois tipos de recursos secundários:

#### *Recursos secundários de consumo discreto*

Sob certas condições (reguladas pela RDC 30/2006 da ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária), alguns materiais descartáveis podem ser reutilizados após o devido *reprocessamento* (estes são chamados *produtos médicos reutilizáveis*). O valor de um recurso já utilizado deverá englobar os custos da atividade *reprocessamento* e o valor residual do próprio material reprocessado: é possível assumir que o valor do material depois do primeiro procedimento é nulo (nesse caso, o primeiro procedimento absorveria todo o custo do material); ou adotar alguma outra regra para a distribuição do custo do material pelo número de

procedimentos em que o mesmo é usado (a regra específica deve ser definida a partir do perfil de utilização do material reprocessado, considerando o número de vezes que o mesmo é reprocessado e os tipos de procedimento em que é usado antes e depois do primeiro reprocessamento).

#### *Recursos secundários de consumo contínuo*

Os recursos secundários de consumo contínuo são insumos que, em sua maioria, poderiam ser obtidos com fornecedores externos, mas que são produzidos dentro do EAS para reduzir custos ou atender a determinadas demandas operacionais da organização. Em geral, os custos de produção desses recursos são proporcionais ao volume produzido, de modo que seus *custos unitários* podem ser calculados como a soma de razões dos custos unitários dos outros recursos consumidos durante o processo (se, por exemplo, a produção de um litro do recurso secundário A consome dois litros do recurso B, quatro unidades do recurso C e meia hora de *máquina* do equipamento D, o custo unitário de A será igual à soma de, respectivamente, duas, quatro e trinta vezes o custo unitário dos recursos B, C e D).

O levantamento dos custos dos recursos proporcionais não depende de entrevistas detalhadas como as necessárias ao levantamento da estrutura de consumo de recursos, mas ainda exige a consulta a fornecedores ou à área administrativa do EAS. Os dados coletados nessa etapa devem ser suficientes para identificar o *custo unitário* de cada recurso primário e, a partir destes, o *custo unitário* de cada recurso secundário. Para registrar estes dados (e também os *custos unitários* do recurso *máquina* associado a cada equipamento), foi desenvolvido o *Formulário de Custos dos Recursos*, disponível no *Apêndice 6*.

### **3.3 Alocação e Análise de Custos**

Após identificar as quantidades unitárias dos recursos consumidos em cada atividade e também os seus custos unitários, é necessário combinar os dois grupos de dados para conhecer os custos relacionados à utilização dos equipamentos médicos nos procedimentos de assistência à saúde.

A seção 3.3.1 apresenta as instruções para calcular esses custos e algumas considerações gerais sobre esse método de cálculo.

A seção 3.3.2 apresenta algumas indicações sobre os tipos de informação que podem ser obtidos com o auxílio do método desenvolvido neste trabalho.

### 3.3.1 Cálculo dos Custos

Na seção 3.1, foi apresentado um método para modelar a estrutura de consumo dos recursos pelos equipamentos em um procedimento. Partindo da divisão do procedimento em etapas, as atividades foram detalhadas e os equipamentos e recursos envolvidos em cada atividade foram identificados.

Para calcular os custos de utilização dos equipamentos no procedimento, deve-se seguir o sentido oposto, partindo dos custos dos recursos e equipamentos para os custos das atividades e do próprio procedimento. A seqüência detalhada de passos para o cálculo desse custo, apresentada a seguir, é baseada no trabalho de Kaplan & Anderson (2004):

*Cálculo do custo dos equipamentos nos procedimentos:*

1. Cálculo dos *direcionadores de custo dos recursos*: o direcionador de custos de um recurso qualquer ( $D$ ) é o custo estimado de um recurso consumido por determinado EMH em uma atividade específica. Esse custo é dado pelo produto entre sua quantidade unitária ( $q$ ) ou tempo unitário e seu custo unitário ( $c$ ), conforme a equação 3.1:

$$D_{mno} = q_{mno} \times c_o \quad (3.1)$$

Onde:  $m$  – indica a atividade em que o recurso é consumido

$n$  – indica o equipamento que consome o recurso

$o$  – indica o tipo de recurso que é consumido

É necessário observar que em decorrência da própria estrutura de consumo dos recursos o valor de cada quantidade unitária de recurso é uma grandeza vinculada a três parâmetros: o recurso específico, o equipamento que o consome e a atividade em que é consumido. O custo unitário, entretanto, só depende do tipo de recurso (embora possa apresentar variações temporais decorrentes de flutuações cambiais e inflacionárias ou mesmo de mudanças em algumas práticas

do EAS – p.ex.: mudanças no tamanho dos lotes de compra ou reprocessamento de alguns materiais).

2. Cálculo dos *direcionadores de custos dos equipamentos*: o direcionador de custo de um equipamento qualquer ( $E$ ) é o custo estimado de utilização de um equipamento  $n$  em uma atividade específica  $m$ . Esse custo é dado pela soma dos direcionadores de custo dos recursos para esse equipamento na atividade em que é utilizado:

$$E_{mn} = \sum_{o=1}^{\theta} D_{mno} \quad (3.2)$$

Onde:  $\theta$  – número total de tipos de recursos

3. Cálculo dos *direcionadores de custos das atividades*: o direcionador de custo de uma atividade qualquer é o custo estimado de utilização de equipamentos na referida atividade. Esse custo é dado pela soma dos direcionadores de custos dos equipamentos para aquela atividade.

$$A_m = \sum_{n=1}^{\nu} E_{mn} \quad (3.3)$$

Onde:  $\nu$  – número total de tipos de equipamentos

4. Cálculo do custo de utilização dos equipamentos no procedimento: o custo de utilização dos equipamentos nos procedimentos é dado pela soma dos custos de todas as atividades que compõem o procedimento.

$$P = \sum_{m=1}^{\mu} A_m \quad (3.4)$$

Onde:  $\mu$  – número total de tipos de equipamentos

Entre as vantagens do sistema TDABC, já apontadas por seus autores (Kaplan & Anderson, 2004), destaca-se sua flexibilidade: conforme apresentado ao longo deste capítulo, os parâmetros usados para calcular os custos (*quantidade/tempo unitário* e *custo unitário*) são independentes, ou seja: as alterações nos custos de determinado recurso não afetam a quantidade consumida em uma atividade e vice-versa. Deste modo, os efeitos dessas alterações nos resultados finais podem ser facilmente calculados com a simples substituição de alguns dos termos dos somatórios das equações 3.1 a 3.4.

É possível notar que alguns dos passos poderiam ser eliminados se o objetivo do método fosse apenas calcular o custo total de utilização de equipamentos em um procedimento, uma vez que este pode ser calculado diretamente pela soma de todos os *direcionadores de custo dos recursos*. A inserção desses passos aparentemente desnecessários foi feita para aproveitar o nível de detalhamento possibilitado pelo sistema TDABC e registrar dados que serão usados em análises posteriores.

Para automatizar o cálculo desses custos, os dados do *Formulário de recursos e Atividades* e do *Formulário de Custos dos Recursos* foram transferidos para tabelas em um banco de dados relacional e foram criadas consultas específicas para cada cálculo desejado (o banco de dados e as consultas foram desenvolvidos no programa *Microsoft Office Access 2003*).

### **3.3.2 Análise dos Dados**

Os dados obtidos pela aplicação do método desenvolvido neste trabalho podem ser classificados em dois grupos: *dados estruturais* e *dados de custo*.

Segundo essa classificação, os *dados estruturais* correspondem àqueles relacionados à estrutura do procedimento e que contemplam as interações entre equipamentos e demais recursos nas atividades componentes do procedimento e mesmo a interação entre as diversas atividades.

Os *dados de custo* são aqueles relacionados aos custos unitários dos recursos e aos seus custos de utilização pelos EMH nas atividades do procedimento.

As informações obtidas por meio da análise desses dados podem ser usadas como auxílio na avaliação de procedimentos já existentes ou na previsão dos efeitos de futuras aquisições do EAS.

A seguir, são apresentadas breves considerações sobre alguns dos critérios que podem ser usados para obter informação a partir da análise desses dados.

*A partir dos dados estruturais:*

- Fluxo de atividades e alocação de recursos

Os dados registrados no *Formulário de Atividades, Equipamentos e Recursos* podem ser usados para desenhar o fluxo de atividades realizadas com o auxílio de equipamentos e para identificar os recursos consumidos em cada atividade.

Uma das ferramentas que podem ser empregadas na elaboração da representação gráfica desse processo é o *Diagrama de Recursos e Atividades* (Apêndice 3). É importante representar graficamente o fluxo de atividades em um procedimento médico e o mapa de consumo de recursos porque isto pode facilitar a identificação de pontos de melhoria no processo de um modo geral.

*A partir dos dados de custo:*

- Custos dos Recursos, EMHs e Atividades

Os *direcionadores de custos dos recursos, dos equipamentos, ou das atividades*, observados individualmente, permitem a identificação dos itens que apresentam maior custo em suas respectivas categorias. Essas informações podem ser úteis para priorizar os itens que serão avaliados caso se deseje empreender uma busca ativa por aqueles recursos cujos custos podem ser reduzidos (aqui, parte-se do pressuposto de que os maiores custos apresentam, em termos absolutos, melhores margens de redução).

Os cálculos desses custos foram feitos por meio de consultas ao banco de dados relacional mencionado na seção anterior.

## 4 RESULTADOS

Para testar o método, foi simulado o cálculo dos custos dos recursos consumidos em um procedimento real.

Nas seções seguintes, é descrito de modo simplificado o procedimento analisado e a patologia à qual o mesmo é dirigido, o modo como se desenvolveu a coleta e estimação de dados é relatado de modo sucinto e, por fim, são apresentados os resultados da simulação.

### 4.1 O tratamento do aneurisma da aorta abdominal infra-renal

*Aneurisma* é um saco formado pela dilatação da parede de uma artéria, de uma veia ou do coração (Taylor, 1988).

Os aneurismas arteriais decorrem de alterações ou de malformações congênitas das paredes das artérias. Entre as principais causas de tais alterações, destacam-se: o comprometimento da elastina e do colágeno da parede arterial; alguns tipos de infecções; traumas da parede arterial; ou defeitos hemodinâmicos (Netto & Guimarães, 1998).

*Aorta abdominal infra-renal* é uma das partes da aorta, o tronco principal do qual procede o sistema arterial sistêmico (Taylor, *ibid.*). Devido a alguns fatores anatômicos e fisiológicos, essa parte da aorta é a localização mais freqüente dos aneurismas arteriais (Sitrângulo Jr. & Kaufman, 1998).

O aneurisma da aorta abdominal infra-renal é uma doença potencialmente fatal, cuja rotura é causa de 1,3% dos óbitos em homens acima de 65 anos de idade (Collin, 1989 *apud* Sitrângulo Jr. & Kaufman, 1998). Entretanto, o tratamento eletivo do aneurisma da aorta efetuado com sucesso concede ao paciente uma perspectiva de sobrevida semelhante à dos demais indivíduos de sua faixa etária.

Devido à alta demanda pelo tratamento eletivo do aneurisma da aorta abdominal e ao seu impacto relevante numa parcela considerável da sociedade, foi decidido adotar esse procedimento como objeto da simulação.

O procedimento avaliado para o tratamento do aneurisma da aorta abdominal é a cirurgia convencional. Nessa cirurgia, o acesso à artéria ocorre por meio de cirurgia abdominal. Exposta a artéria, o aneurisma é aberto, a prótese é inserida e costurada à artéria. Na seqüência, a artéria e o

abdome são fechados. Após o procedimento, o paciente é internado na unidade de terapia intensiva (UTI) durante 48 horas para a recuperação pós-operatória.

Esse procedimento exige uma sala de cirurgia adequadamente equipada, uma equipe médica especializada e um leito em UTI.

## 4.2 Execução da Simulação

Em uma primeira reunião com a responsável pelo Serviço de Cirurgia Vascular do Departamento de Cirurgia do Hospital das Clínicas da universidade onde foi desenvolvido o estudo, foi decidido adotar o tratamento do aneurisma da aorta abdominal como objeto desta simulação.

Numa reunião posterior, com o auxílio de uma descrição do procedimento previamente fornecido pela mesma médica, foi utilizado o *Roteiro de Perguntas para o Sistema de Agrupamento Temporal* como ferramenta para identificar as atividades, equipamentos e recursos usados no procedimento. Esses dados foram registrados no *Formulário de Atividades, Equipamentos e Recursos*. Nessa ocasião, as quantidades consumidas de alguns recursos também foram registradas. Alguns dados (como a potência elétrica nominal dos equipamentos) foram obtidos nos manuais de serviço disponíveis no Centro de Engenharia Biomédica (CEB), que é o órgão da universidade responsável pela especificação técnica e manutenção dos equipamentos usados em seu complexo hospitalar. Outros dados referentes à taxa de consumo de alguns insumos por certos equipamentos foram estimados com base em informações de médicos e *websites* relacionados à área médica.

Os custos unitários dos recursos proporcionais consumidos pelos EMHs durante o procedimento foram obtidos de modo não homogêneo: parte deles foi obtida junto ao departamento de compras do hospital e outra parte (mais significativa), foi estimada com base nos preços praticados por lojas virtuais de produtos médicos que atuam no Brasil ou mesmo algumas do exterior.

Os dados necessários ao cálculo dos custos unitários dos recursos do tipo *máquina* (seção 3.2.1) foram estimados da seguinte maneira: os custos de aquisição da maior parte dos equipamentos foram obtidos dos registros do Centro de Engenharia Biomédica. Como a idade de alguns equipamentos ultrapassava a vida útil considerada neste trabalho (10 anos), alguns cálculos foram feitos considerando os custos dos modelos mais novos de equipamentos

semelhantes (estes custos foram baseados nos dados disponíveis no software *Health Products Comparison System, de 2004*). Os demais custos (de pré-aquisição, operação e desativação) foram estimados com base em cenários hipotéticos conforme será explicado neste capítulo. A capacidade prática dos equipamentos também foi estimada com base em determinadas hipóteses que também serão posteriormente explicadas.

Os dados coletados e estimados e os resultados decorrentes de seu processamento são apresentados na próxima seção.

### **4.3 Resultados da Simulação**

Nesta seção, são apresentados primeiro os dados referentes à estrutura de consumo de recursos pelos equipamentos no procedimento. Em seguida, são apresentados os dados referentes aos custos unitários dos recursos e, na seqüência, são apresentados os resultados obtidos após o processamento dos dados.

#### **4.3.1 Estrutura de Consumo de Recursos**

Conforme indicado na seção 4.2, foi utilizado o sistema de agrupamento temporal de atividades para modelar o procedimento.

A Tabela 1 apresenta o *Formulário de Atividades Equipamentos e Recursos* preenchido com os dados do procedimento avaliado na simulação.

Dentre as atividades que constituem a etapa *Intervenção*, cinco correspondem à seqüência que foi chamada “Cirurgia”: *Acesso ao aneurisma e dissecação das artérias; Abertura do aneurisma; Anastomose proximal; Anastomose das artérias ilíacas; e Fechamento do abdome*. Esta seqüência de atividades foi agrupada e tratada como uma única atividade porque as atividades que a compõem compartilham o mesmo conjunto de equipamentos e recursos.

A maior parte dos equipamentos alocados à atividade “Cirurgia” é efetivamente usada no procedimento e foi considerado que esses equipamentos ficam ligados durante todos os 160 minutos (ou 2,67h) de duração das atividades. Como exceções, há a unidade eletrocirúrgica e a mesa cirúrgica: o tempo de uso da unidade eletrocirúrgica foi estimado em 20% do tempo total alocado; e o tempo de uso da mesa cirúrgica, que praticamente não é acionada durante o procedimento, foi considerado nulo. Esses tempos estimados de uso foram combinados com as respectivas potências nominais dos equipamentos para calcular a energia consumida pelos

mesmos (no caso da unidade eletrocirúrgica e do colchão térmico, foi considerado que os equipamentos eram usados, respectivamente, à metade e a um quinto de suas potências nominais). Os recursos do tipo *máquina* associados a cada um dos equipamentos foram alocados durante um tempo igual à duração da etapa.

Tabela 1: Formulário de Atividades, Equipamentos e Recursos da Simulação

<b>Formulário de Atividades, Equipamentos e Recursos</b>					
<b>Procedimento:</b> Correção do Aneurisma da Artéria Aorta Abdominal Infra-Renal					<b>Data:</b>
<b>Etapa</b>	<b>Atividade</b>	<b>Equipamento</b>	<b>Recurso</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Observações</b>
Intervenção	Cirurgia*	Carro de anestesia	máquina - carro de anestesia	160 min	Conjunto formado por 5 atividades afins
Intervenção	Cirurgia	Carro de anestesia	Isoflurano	44,6 ml	0,279ml/min*160min
Intervenção	Cirurgia	Carro de anestesia	energia elétrica	1,47 KWh	0,55KW*2,67h
Intervenção	Cirurgia	Carro de anestesia	ar comprimido	0	ignorar
Intervenção	Cirurgia	Carro de anestesia	oxigênio	800 l	5l x 160min
Intervenção	Cirurgia	Carro de anestesia	Filtro HME	1 filtro	
Intervenção	Cirurgia	Carro de anestesia	tubo endotraqueal	1 tubo	
Intervenção	Cirurgia	Foco cirúrgico	máquina - foco cirúrgico	160 min	
Intervenção	Cirurgia	Foco cirúrgico	energia elétrica	0,93 KWh	0,350KW*2,67h
Intervenção	Cirurgia	Colchão térmico	máquina - colchão térmico	160 min	
Intervenção	Cirurgia	Colchão térmico	energia elétrica	1,04 KWh	1300W*30%*2,67h
Intervenção	Cirurgia	Monitor fisiológico	máquina - monitor fisiológico	160 min	
Intervenção	Cirurgia	Monitor fisiológico	energia elétrica	0,27 KWh	100W*2,67h
Intervenção	Cirurgia	Monitor fisiológico	eletrodo	5 eletrodos	
Intervenção	Cirurgia	Monitor fisiológico	cateter	1 cateter	
Intervenção	Cirurgia	Mesa cirúrgica	máquina - mesa cirúrgica	160 min	
Intervenção	Cirurgia	Mesa cirúrgica	energia elétrica	0	
Intervenção	Cirurgia	Unidade eletrocirúrgica	máquina - unidade eletrocirúrgica	160 min	
Intervenção	Cirurgia	Unidade eletrocirúrgica	energia elétrica	0,10 KWh	360W*50%*2,67h*20%
Intervenção	Cirurgia	Unidade eletrocirúrgica	placa eletrocirurgia	1 placa	
Intervenção	Cirurgia	Unidade eletrocirúrgica	Bisturi eletrocirurgia	1 uso	
Intervenção	Emergência	Arco cirúrgico	máquina - arco cirúrgico	160 min	
Intervenção	Emergência	Desfibrilador	máquina - desfibrilador	80 min	Um desfibrilador para cada 2 salas
Intervenção	Cirurgia	Bomba de infusão	máquina - bomba de infusão	160 min	
Intervenção	Análise do sangue	Analizador de sangue	máquina - analisador de sangue	60 min	20min/teste*3 testes

Intervenção	Análise do sangue	Analizador de sangue	energia elétrica	0	ignorar
Intervenção	Análise do sangue	Analizador de sangue	kit para teste de sangue	3 kits	
Pré-Intervenção	Desinfecção e desincrustação de instrumentos	Lavadora ultra-sônica	Máquina - Lavadora ultra-sônica	10	
Pré-Intervenção	Desinfecção e desincrustação de instrumentos	Lavadora ultra-sônica	energia elétrica	0,20 KWh	1200W x 1/6h
Pré-Intervenção	Desinfecção e desincrustação de instrumentos	Lavadora ultra-sônica	água	60 l	
Pré-Intervenção	Desinfecção e desincrustação de instrumentos	Lavadora ultra-sônica	solução de limpeza	180 ml	3ml/l * 60l
Pré-Intervenção	Preparação da sala	Carro de anestesia	máquina - carro de anestesia	40 min	
Pré-Intervenção	Preparação da sala	Foco cirúrgico	máquina - foco cirúrgico	40 min	
Pré-Intervenção	Preparação da sala	Colchão térmico	máquina - colchão térmico	40 min	
Pré-Intervenção	Preparação da sala	Monitor fisiológico	máquina - monitor fisiológico	40 min	
Pré-Intervenção	Preparação da sala	Mesa cirúrgica	máquina - mesa cirúrgica	40 min	
Pré-Intervenção	Preparação da sala	Unidade eletrocirúrgica	máquina - unidade eletrocirúrgica	40 min	
Pré-Intervenção	Esterilização de acessórios	Unidade eletrocirúrgica	esterilização terceirizada	0	Ignorar
Pré-Intervenção	Esterilização de acessórios	Carro de anestesia	esterilização terceirizada	0	Ignorar
Pós-Intervenção	Ventilação	Ventilador pulmonar	máquina - ventilador pulmonar	2.880 min	48 horas
Pós-Intervenção	Ventilação	Ventilador pulmonar	energia elétrica	6,48 KWh	0,135KW*48h
Pós-Intervenção	Ventilação	Ventilador pulmonar	tubo endotraqueal	0	mesmo tubo da anestesia
Pós-Intervenção	Ventilação	Ventilador pulmonar	ar comprimido	0	Ignorar
Pós-Intervenção	Ventilação	Ventilador pulmonar	oxigênio	14.400 l	5l/min*2880min
Pós-Intervenção	Monitoração	Monitor fisiológico II	máquina - monitor fisiológico II	2.880 min	
Pós-Intervenção	Monitoração	Monitor fisiológico II	energia elétrica	4,80 KWh	100W * 48 h
Pós-Intervenção	Monitoração	Monitor fisiológico II	eletrodo	5 eletrodos	
Pós-Intervenção	Análise do sangue	Analizador de sangue	máquina - analisador de sangue	40 min	2testes*20min/teste
Pós-Intervenção	Análise do sangue	Analizador de sangue	energia elétrica	0	Ignorar
Pós-Intervenção	Análise do sangue	Analizador de sangue	kit para teste de sangue	2 kits	

Foi assumido que os equipamentos indicados na atividade “*Uso intermitente*” não são usados. Deste modo, os únicos recursos consumidos por eles são os recursos do tipo *máquina*. O *recurso máquina* do desfibrilador teve seu tempo reduzido à metade da duração do conjunto de atividades porque foi assumida a hipótese de que o centro cirúrgico do hospital dispõe de apenas um desfibrilador para cada duas salas de cirurgia.

O analisador de sangue da atividade “*Análise do sangue*” realiza um ensaio num tempo estimado em 20 minutos (tanto na etapa *Intervenção* como na etapa *Pós-Intervenção*). Como foi considerado que são feitas, em média, 3 análises por procedimento durante a etapa *Intervenção*, o tempo total alocado do analisador foi de 60 minutos.

Todos os itens de consumo discreto (seção 3.1.4) foram considerados descartáveis.

O ar medicinal usado pela unidade de anestesia foi ignorado devido à dificuldade em estimar sua quantidade e seu custo, mas é um dado importante a ser considerado em um estudo real onde todos os dados estejam disponíveis.

Na etapa *Pré-Intervenção*, a energia elétrica consumida pela lavadora ultra-sônica foi estimada com base na potência nominal do equipamento (1.200W) e no tempo do ciclo de lavagem do equipamento (cerca de 10 minutos). A quantidade consumida de detergente enzimático foi estimada multiplicando a quantidade indicada a ser diluída por litro (3ml) pelo volume de água da lavadora (foi considerado o preenchimento de 75% da capacidade de água da lavadora). Autoclaves não foram consideradas nesta simulação pois, embora sejam usadas na preparação de instrumentos cirúrgicos, esta simulação se limitou aos equipamentos que tenham contato direto com o paciente ou com os acessórios destes equipamentos.

Na etapa *Pós-intervenção*, o ar medicinal consumido pelo ventilador pulmonar na atividade “*Ventilação*” foi ignorado pelos mesmos motivos que o levaram a ser ignorado na etapa *Intervenção*. O tubo endotraqueal usado na mesma atividade também foi ignorado, pois o ventilador utiliza o mesmo tubo que estava conectado ao paciente durante a cirurgia.

O consumo dos demais recursos da etapa *Pós-Intervenção* foi estimado do mesmo modo que nas etapas anteriores, mas a duração desta etapa é de 48 horas. No período em que se desenvolve essa etapa, é realizada apenas uma avaliação sangüínea por dia.

O diagrama da Figura 10 (baseado no *Diagrama de Recursos e Atividades* do Apêndice 3) mostra as relações entre as atividades e os recursos (incluindo os recursos do tipo *máquina*, indicados pelos próprios equipamentos). Neste diagrama, foram acrescentados círculos

preenchidos em cinza para fins de simplificação, indicando que todos os recursos ligados a eles são consumidos pelas mesmas atividades às quais eles estão conectados, mas é necessário ressaltar que os círculos em cinza não indicam agrupamento de custos.

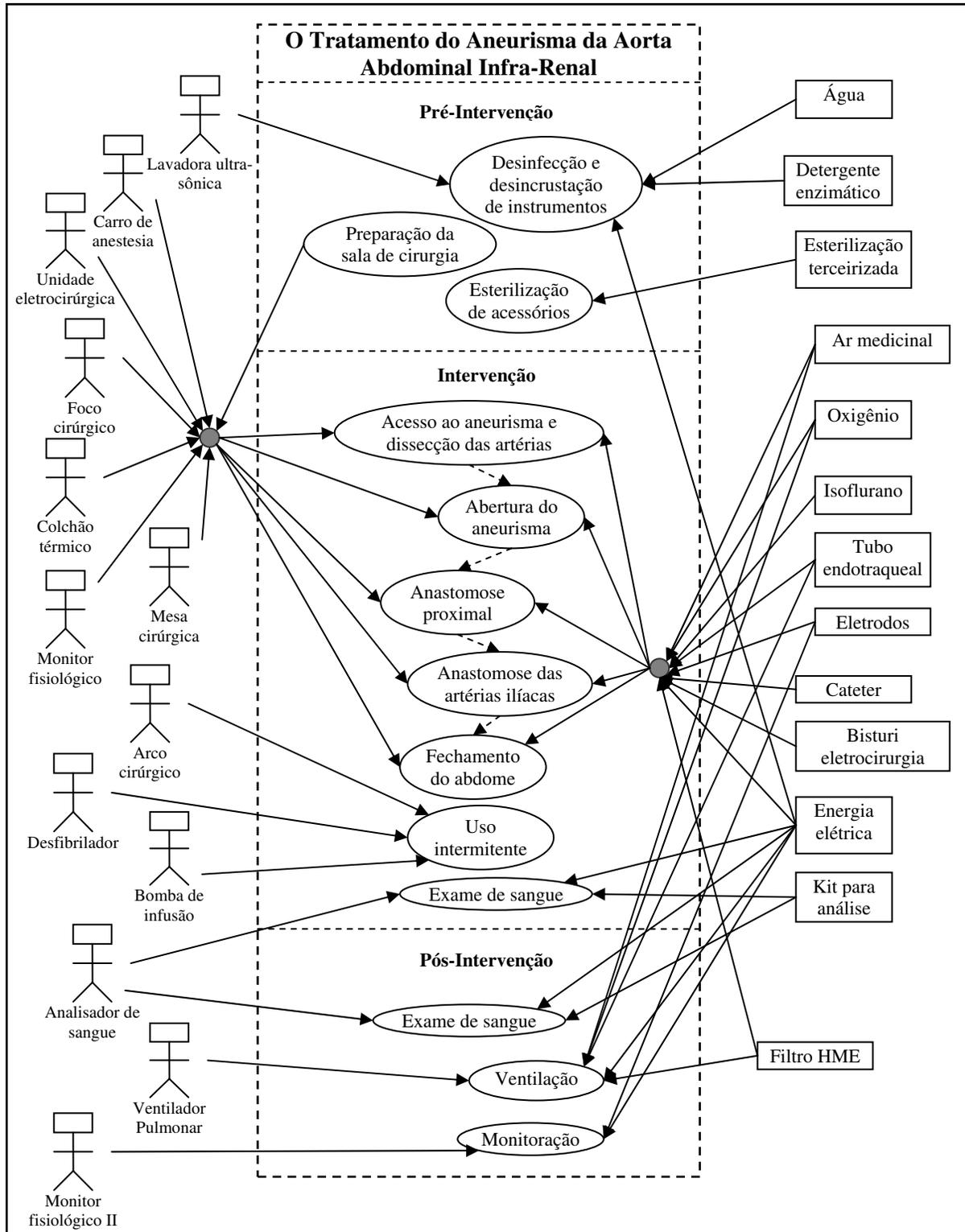


Figura 10: Diagrama de recursos e atividades

### 4.3.2 Custos Unitários

Para calcular os custos unitários dos recursos do tipo máquina, primeiro foram calculados os *custos totais de máquina* referente a cada um dos EMHs.

Foram estimados três custos distintos para a etapa de pré-aquisição dos equipamentos: um para equipamentos cuja especificação é considerada simples; outro, para especificações de complexidade média; e um terceiro valor para as especificações mais complexas. Assumindo valores de hora técnica fixos para médicos (R\$45,00/hora), administradores (R\$33,00/hora) e engenheiros (R\$29,00/hora), foram definidas cargas de trabalho distintas conforme a complexidade da especificação. O valor total das horas técnicas empregadas em especificações simples, médias e complexas foi estimado em R\$429,00, R\$532,00 e R\$751,00, respectivamente.

O único custo considerado para a etapa de incorporação dos EMHs foi o custo de aquisição de cada equipamento.

Para a parcela não proporcional da etapa de operação, foi considerado somente o custo de manutenção dos equipamentos e este foi estimado em 10% do custo de aquisição, anualmente, com as peças de reposição já incluídas.

Os custos de desativação dos equipamentos foram desprezados, pois nenhum dos equipamentos alocados ao procedimento demanda muitos recursos ou horas técnicas para sua remoção e transporte.

Os custos totais de máquina de cada um dos equipamentos podem ser observados na Tabela 2.

Após estimar os custos totais, as capacidades práticas de cada equipamento também foram estimadas. Para isto, foi considerado um expediente de 10 horas diárias e uma média de 260,71 dias úteis (segundas a sextas-feiras) anuais, dos quais foram descontados 5 feriados. A capacidade teórica total calculada foi de 1.534.285,71 minutos para o ciclo de vida de 10 anos. Como os EMHs usados na UTI (ventilador pulmonar e monitor fisiológico) podem ser usados até 24 horas diárias, sua capacidade teórica total para o mesmo ciclo de vida de 10 anos é de 3.682.285,71 minutos.

Os valores das disponibilidades práticas dos EMHs, indicados na Tabela 2, foram estimados com base na hipótese de que a disponibilidade dos equipamentos depende da complexidade (equipamentos mais complexos ficam mais tempo parados para manutenção) e do

perfil de alocação do equipamento (equipamentos alocáveis a um número menor de atividades devem ter seu tempo potencial de utilização menor do que o tempo dos equipamentos mais comuns). Foi considerado também que o índice de ocupação das salas e leitos de UTI é inferior a 100%. Deste modo, equipamentos menos complexos ou de uso intermitente e que, portanto, não permanecem muito tempo afastados para manutenção, tiveram sua disponibilidade prática estimada em 90%; os equipamentos mais usados tiveram sua disponibilidade prática estimada em 80%. A lavadora ultra-sônica teve sua disponibilidade estimada em 50% porque não é utilizada na limpeza de todos os instrumentos do centro cirúrgico. A disponibilidade prática do colchão térmico foi estimada em apenas 20% porque este equipamento não é usado em um número elevado de procedimentos.

Tabela 2: Custos unitários dos recursos máquina usados no procedimento

<b>Equipamento</b>	<b>Custo Total de Máquina [R\$]</b>	<b>Disponibilidade Prática</b>	<b>Custo Unitário [R\$/min]</b>
Lavadora ultra-sônica	36.899,40	50%	0,050
Carro de anestesia	36.884,04	80%	0,030
Foco cirúrgico	47.039,14	90%	0,034
Colchão térmico	31.140,00	20%	0,101
Monitor fisiológico	125.647,30	80%	0,102
Mesa cirúrgica	174.532,00	90%	0,126
Unidade eletrocirúrgica	30.187,12	80%	0,025
Arco cirúrgico	383.101,40	90%	0,277
Desfibrilador	24.812,16	90%	0,018
Bomba de infusão	9.213,40	90%	0,007
Analizador de sangue	104.751,00	80%	0,085
Ventilador pulmonar	51.293,04	80%	0,017
Monitor fisiológico II	53.575,26	80%	0,018

Os custos unitários disponíveis na Tabela 2 podem ser calculados dividindo o custo total de máquina de cada equipamento pelo produto entre sua respectiva disponibilidade prática e a capacidade teórica total indicada acima. A Figura 11 também apresenta os custos unitários dos recursos do tipo máquina.

A Tabela 3 apresenta o *Formulário de Custos dos Recursos* consumidos no procedimento de correção do aneurisma da Aorta abdominal Infra-Renal e reúne os custos unitários de todos os recursos consumidos no procedimento, inclusive os recursos do tipo máquina, indicados na Tabela 2 (o *Formulário de Custos dos Recursos* é explicado no *Apêndice 6*).

Devido à dificuldade de estimar os custos unitários do ar medicinal produzido em um hospital e os custos praticados por empresas de esterilização terceirizada (contratadas para esterilizar instrumentos e acessórios com óxido de etileno), estes custos foram ignorados, embora não sejam desprezíveis.

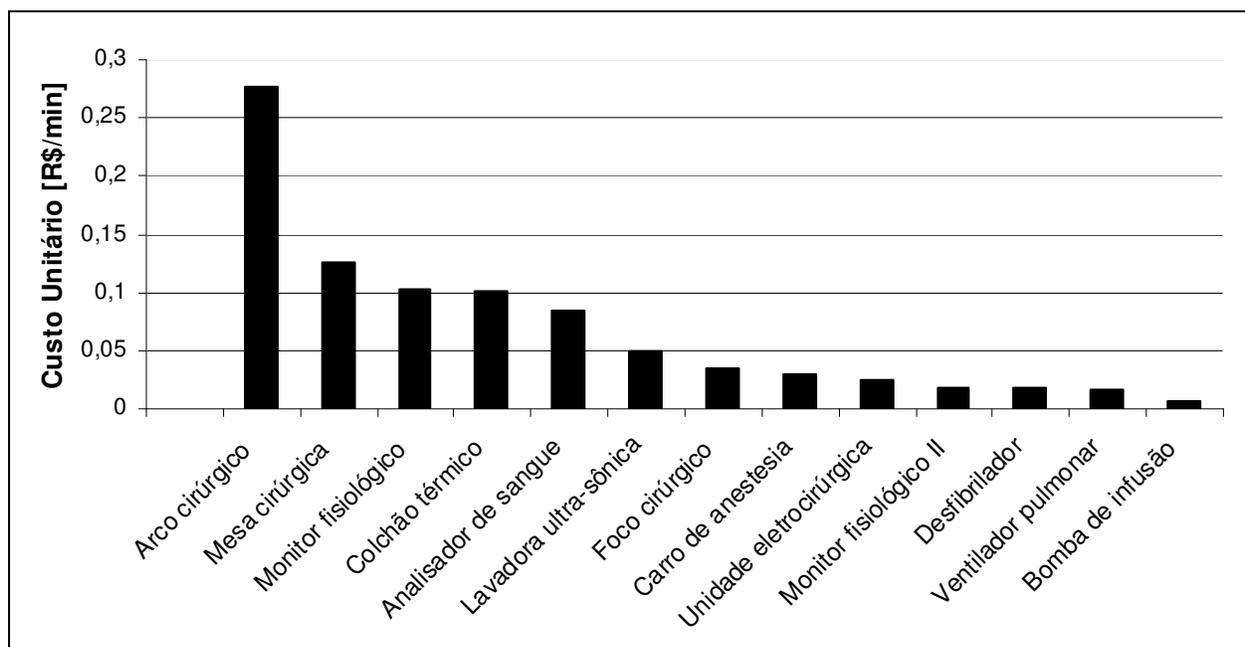


Figura 11: Custos unitários dos recursos do tipo máquina

O custo unitário do bisturi elétrico, que é um dispositivo reprocessável, foi estimado considerando um número limitado de reprocessamentos possíveis para uma unidade do bisturi (caneta + eletrodo).

Para estimar o custo do kit para testes do analisador sanguíneo, que não pôde ser obtido diretamente, foi adicionada uma margem de folga ao custo dos componentes conhecidos.

Os custos unitários de água e de energia elétrica são baseados em valores de mercado, embora os valores usados não sejam exatamente os mesmos valores aplicados a hospitais de grande porte.

O custo unitário do oxigênio teve como base as estimativas de custo por metro cúbico do oxigênio produzido em usinas de oxigênio dos hospitais.

Os demais custos derivam diretamente dos preços praticados comercialmente.

Tabela 3: Formulário de Custos dos Recursos

<b>Formulário de Custos dos Recursos</b>				
<b>Procedimento:</b> Correção do Aneurisma da Aorta Abdominal Infra-renal				<b>Data:</b>
<b>Recurso</b>	<b>Unidade de medida</b>	<b>Tipo de Recurso</b>	<b>Custo Unitário [R\$]</b>	<b>Observações</b>
Lavadora ultra-sônica	min	máquina	0,050	
Energia elétrica	KW.h	infra-estrutura	0,600	
Água	l	infra-estrutura	0,003	
Detergente enzimático	ml	insumo	0,032	
Carro de anestesia	min	máquina	0,030	
Foco cirúrgico	min	máquina	0,034	
Colchão térmico	min	máquina	0,101	
Monitor fisiológico	min	máquina	0,102	
Mesa cirúrgica	min	máquina	0,126	
Unidade eletrocirúrgica	min	máquina	0,025	
Isoflurano	ml	insumo	0,320	
Ar comprimido	l	infra-estrutura	0,000	ignorar
Oxigênio	l	infra-estrutura	0,001	usina concentradora
Tubo endotraqueal	tubo	descartável	105,000	
Eletrodo	eletrodo	descartável	0,140	
Cateter	cateter	descartável	1,950	
Bisturi eletrocirurgia	uso	insumo	2,500	
Arco cirúrgico	min	máquina	0,277	
Desfibrilador	min	máquina	0,018	
Bomba de infusão	min	máquina	0,007	
Analisador de sangue	min	máquina	0,085	
Kit para teste de sangue	kit	insumo	8,000	
Ventilador pulmonar	min	máquina	0,017	
Monitor fisiológico II	min	máquina	0,018	
Esterilização terceirizada	esterilização	insumo	0,000	ignorar
Filtro hme	filtro	descartável	8,000	=4,38*1,8 ~8,00
Placa eletrocirurgia	placa	descartável	20,000	placa de retorno unidade eletrocirúrgica

### 4.3.3 Custos do procedimento

Esta seção apresenta os custos dos recursos consumidos pelos equipamentos usados na cirurgia de correção do aneurisma da artéria aorta abdominal infra-renal. Estes custos foram calculados a partir dos dados apresentados nas seções 4.3.1 e 4.3.2 e serão apresentados em três tabelas com enfoques distintos.

Para facilitar o cálculo e ordenação dos custos dos procedimentos, foi utilizado um sistema relacional de administração de banco de dados (o *Microsoft Office Access 2003*).

### *Custo por recurso*

A Tabela 4 apresenta os custos totais de cada recurso consumido no procedimento. Os recursos do tipo *máquina* tiveram a palavra “Máquina” acrescentada antes de seus nomes para distingui-los dos demais recursos.

Tabela 4: Custos totais dos recursos consumidos pelos equipamentos

<b>Recurso</b>	<b>Custo Total [R\$]</b>
Tubo endotraqueal	105,00
Máquina - monitor fisiológico II	51,84
Máquina - ventilador pulmonar	48,96
Máquina - arco cirúrgico	44,32
Kit para teste de sangue	40,00
Máquina - mesa cirúrgica	25,20
Máquina - monitor fisiológico	20,40
Máquina - colchão térmico	20,20
Placa eletrocirurgia	20,00
Filtro hme	16,00
Oxigênio	15,20
Isoflurano	14,28
Energia elétrica	9,17
Máquina - analisador de sangue	8,50
Máquina - foco cirúrgico	6,80
Máquina - carro de anestesia	6,00
Detergente enzimático	5,76
Máquina - unidade eletrocirúrgica	5,00
Máquina - desfibrilador	2,88
Bisturi eletrocirurgia	2,50
Cateter	1,95
Eletrodo	1,40
Máquina - bomba de infusão	1,12
Máquina - Lavadora ultra-sônica	0,50
Água	0,24
Esterilização terceirizada	0,00
Ar comprimido	0,00
<b>TOTAL</b>	<b>473,23</b>

### *Custo por tipo de recurso*

A Tabela 5 apresenta o total dos custos agrupados conforme o tipo de recurso consumido.

Os recursos do tipo *descartável* são aqueles que não podem ser reprocessados e, em geral, correspondem aos recursos de consumo discreto (como, por exemplo, o tubo endotraqueal e os eletrodos).

Os recursos do tipo *infra-estrutura* são aqueles fornecidos pela infra-estrutura do hospital. No caso estudado, correspondem a: ar medicinal, água, energia elétrica e oxigênio.

Os recursos do tipo *máquina*, conforme já explicado antes, correspondem aos próprios equipamentos e seus recursos não proporcionais ao tempo de utilização nos procedimentos.

Os recursos do tipo *insumo* correspondem aos demais recursos. A maior parte deles é formada por recursos de consumo contínuo (como o detergente usado na lavadora ultra-sônica), mas a categoria também engloba recursos reutilizáveis, cujo consumo é considerado discreto.

Tabela 5: Custos totais dos recursos consumidos pelos equipamentos por tipo de recurso

<b>Tipo de Recurso</b>	<b>Custo Total [R\$]</b>
Máquina	241,72
Descartável	184,35
Infra-Estrutura	24,61
Insumo	22,55
<b>TOTAL</b>	<b>473,23</b>

A Figura 12 apresenta graficamente os dados da Tabela 5.

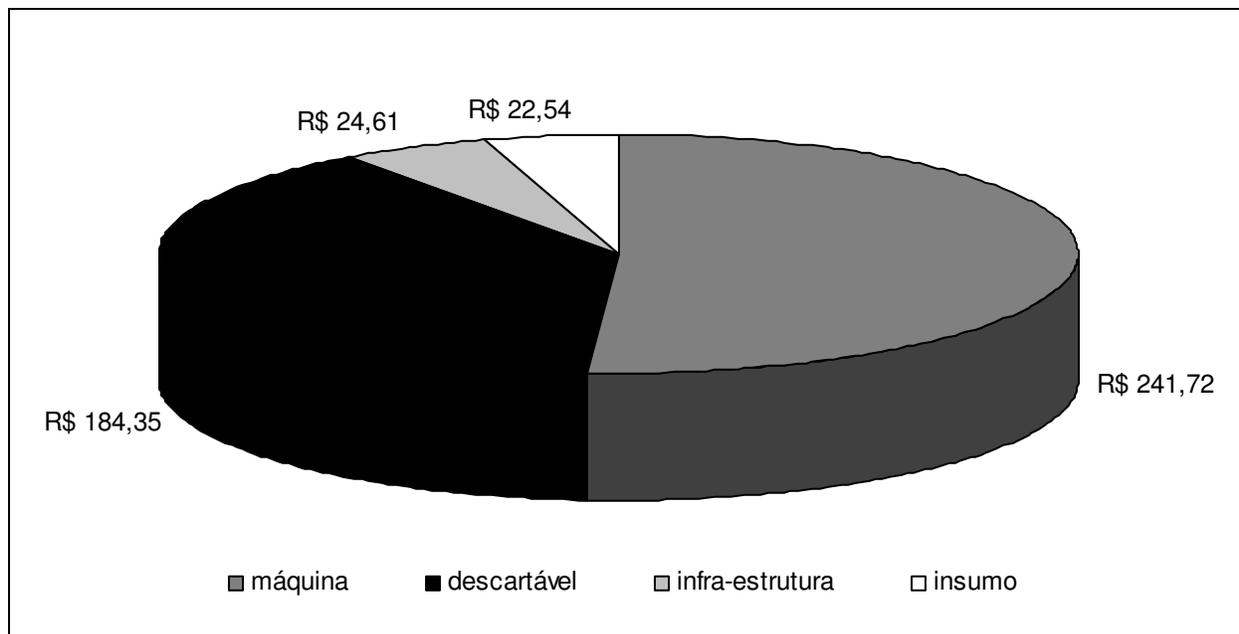


Figura 12: Custo total por tipo de recurso

#### *Custo por equipamento associado*

Os custos foram agrupados na Tabela 6 de acordo com os equipamentos médico-hospitalares aos quais se associam os recursos considerados.

O monitor fisiológico II é usado na recuperação pós-operatória e o outro durante a cirurgia.

Tabela 6: Custos totais dos recursos consumidos por equipamento

<b>Equipamento</b>	<b>Custo Total [R\$]</b>
Carro de anestesia	134,97
Ventilador pulmonar	75,25
Monitor fisiológico II	55,42
Analisador de sangue	48,50
Arco cirúrgico	44,32
Unidade eletrocirúrgica	27,56
Mesa cirúrgica	25,20
Monitor fisiológico	23,21
Colchão térmico	20,82
Foco cirúrgico	7,36
Lavadora ultra-sônica	6,62
Desfibrilador	2,88
Bomba de infusão	1,12
<b>TOTAL</b>	<b>473,23</b>

A Figura 13 apresenta os dados da Tabela 6.

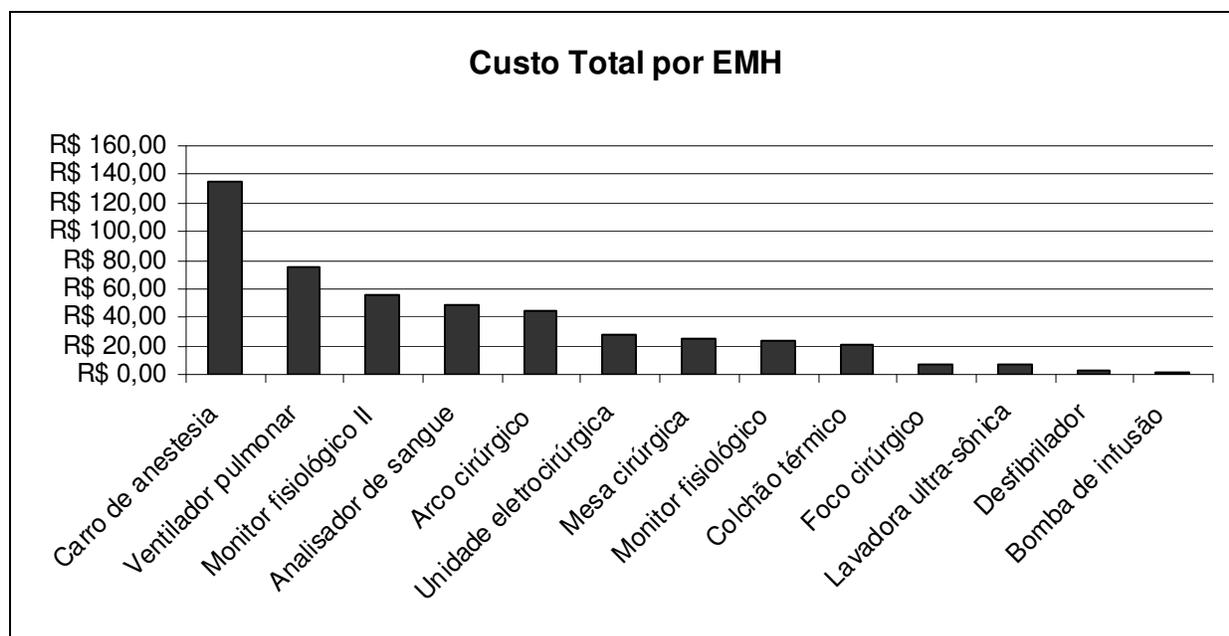


Figura 13: Custo total por EMH

### *Custo por atividade*

A Tabela 7 apresenta os custos dos recursos agrupados por atividade. Assim como ocorreu na Tabela 1, a atividade chamada “cirurgia” representa um conjunto de atividades que guardam uma relação de afinidade.

Tabela 7: Custos totais dos recursos consumidos por atividade

<b>Etapa</b>	<b>Atividade</b>	<b>Custo Total [R\$]</b>
Pré-Intervenção	Desinfecção e desincrustação de instrumentos	6,62
	Esterilização de acessórios	0,00
	Preparação da sala	16,72
	<b>Subtotal</b>	<b>23,34</b>
Intervenção	Análise do sangue	29,10
	Cirurgia	223,52
	Uso intermitente	47,20
	<b>Subtotal</b>	<b>299,82</b>
Pós-Intervenção	Análise do sangue	19,40
	Monitoração	55,42
	Ventilação	75,25
	<b>Subtotal</b>	<b>150,07</b>
<b>PROCEDIMENTO</b>	<b>TOTAL</b>	<b>473,23</b>

A Figura 14 apresenta o custo total por etapa do procedimento.

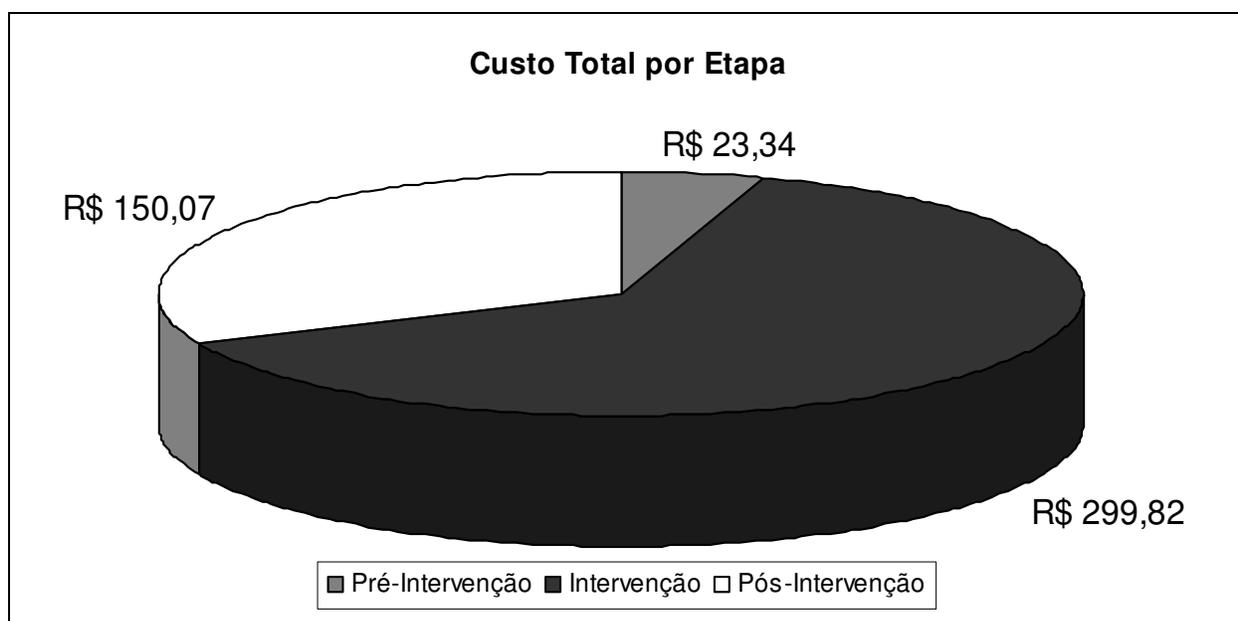


Figura 14: Custo total por etapa do procedimento

## 5 DISCUSSÃO

Este capítulo é dividido em duas seções. Na primeira, são avaliados e discutidos os resultados da simulação e o modo como ela foi conduzida; na segunda, o objeto de discussão é o próprio método proposto para calcular os custos dos recursos consumidos pelos equipamentos médico-hospitalares nos procedimentos de assistência à saúde.

### 5.1 Sobre a Simulação

O capítulo anterior começa com uma breve descrição do modo como os dados foram coletados. A princípio, um dos objetivos era realizar um estudo de caso, que exigiria que todos os dados fossem coletados no hospital ou junto a seus fornecedores. Contudo, a falta de tempo hábil para obter todos os dados fez com que o estudo de caso fosse substituído por uma simulação baseada na combinação de dados reais e estimativas e que não corresponde a um ambiente específico.

Os dados referentes à estrutura de consumo de recursos no procedimento avaliado foram apresentados na Tabela 1 e na Figura 10, ambas na seção 4.3.1.

Na Tabela 1, entre os recursos consumidos na etapa *Pré-Intervenção*, é possível notar a existência de uma atividade (Preparação da sala) onde os equipamentos não consomem outros recursos senão os do tipo *máquina*. Estes EMHs foram alocados a essa atividade mesmo que não possam ser usados enquanto a sala não estiver preparada, pois deverão estar no local no instante em que a sala estiver pronta para uso. Este modo de alocação (Preparação da sala) pode ser reduzido com a implantação de uma central de equipamentos que gerencie todos os EMHs de determinados tipos e onde sejam armazenados aqueles que não estejam em uso.

Conforme comentado na seção 4.3.1, algumas atividades foram agrupadas e tratadas como uma só porque utilizam os mesmos recursos. Para obter maior nível de detalhamento, os recursos consumidos por cada atividade poderiam ser dispostos separadamente, mas isto não promoveria necessariamente maior exatidão dos dados, pois esta depende do modo como os dados são coletados.

Assim como a atividade “Preparação da sala”, mencionada acima, a atividade “Uso intermitente” também apresenta equipamentos que, aparentemente, só consomem recursos do tipo *máquina*. A diferença entre as duas atividades é que os EMHs alocados à atividade “Uso

intermitente” podem ser usados no procedimento, caso surja a necessidade, e seus demais recursos só foram ignorados porque não há dados sobre a probabilidade de acionamento desses equipamentos em um procedimento de correção de aneurisma. Para obter maior exatidão, é desejável que alguns procedimentos de correção de aneurisma sejam observados e que o consumo efetivo de recursos pelos equipamentos de *uso intermitente* seja medido para que depois a média de cada recurso consumido seja calculada.

Conforme já mencionado, foi decidido ignorar a quantidade do tubo endotraqueal usado na atividade “Ventilação” da etapa *Pós-Intervenção* e alocá-lo completamente ao conjunto formado pelo conjunto de atividades “cirurgia”. O recurso poderia ser repartido entre as duas atividades, usando a duração de cada uma como direcionador do recurso, mas neste trabalho optou-se por não reparti-lo para simplificar a vinculação das quantidades unitárias consumidas em atividades distintas.

Como a simulação foi feita sob o sistema de agrupamento temporal de atividades, o diagrama da Figura 10 permite observar o modo como o procedimento se desenvolve. As únicas atividades interconectadas são aquelas que correspondem à cirurgia e que, conforme comentado antes, formam uma seqüência equivalente a uma única atividade. Como as demais atividades são temporalmente independentes entre si, é possível calcular o tempo de duração do procedimento a partir da atividade mais longa de cada etapa. Deste modo, é estimado que a etapa *Pré-Intervenção* dura 40 minutos; a etapa *Intervenção*, 160 minutos; e a etapa *Pós-Intervenção*, 2.880 minutos.

Depois dos dados referentes à estrutura de consumo de recursos, foram apresentados, na seção 4.3.2, os custos unitários dos diversos tipos de recursos consumidos no procedimento.

Conforme observado na Tabela 2, os primeiros custos unitários apresentados foram os custos dos recursos do tipo máquina. Devido à escassez de informações detalhadas sobre os custos do ciclo de vida dos equipamentos analisados e às dificuldades práticas que surgem na avaliação das rotinas de um departamento hospitalar, as estimativas para o cálculo do custo total de máquina e das disponibilidades práticas dos equipamentos foram simplificadas.

Um recurso do tipo *máquina* que se destaca na Tabela 2 é o colchão térmico: ao mesmo tempo que apresenta o quarto menor *custo total de máquina*, apresenta também o quarto maior *custo unitário* entre os 13 equipamentos considerados. Isto mostra o impacto que a *disponibilidade prática* pode ter sobre os custos dos recursos e sugere que os custos de *máquina* de EMHs menos comuns (e, portanto, menos usados) devam ser observados com maior cuidado.

A ausência dos custos unitários de alguns recursos da Tabela 3 ressalta a necessidade de que o método seja aplicado por profissionais que conheçam bem a realidade do local onde o procedimento está sendo avaliado, sob o risco de não conseguir considerar todos os custos relevantes.

A seção 4.3.3 apresenta os resultados do processamento dos dados que compõem as subseções anteriores.

A Tabela 4 mostra, em ordem decrescente, os custos totais dos recursos consumidos no procedimento. Embora haja uma maior concentração de recursos do tipo *máquina* nas posições mais altas da tabela, nem todos os recursos de custo mais elevado são desse tipo. Além disso, também há *máquinas* entre os recursos de menor custo.

A Tabela 5 mostra que, embora mais da metade dos custos relacionados aos equipamentos se deva aos próprios equipamentos, os demais tipos de recursos não apresentam custos desprezíveis.

Conforme observado na Tabela 6, os equipamentos que apresentam maior custo associado são o ventilador pulmonar e o monitor fisiológico usados na recuperação pós-operatória e o carro de anestesia usado na intervenção cirúrgica. O carro de anestesia só não se encontra depois dos outros dois equipamentos porque recebeu todo o custo do tubo endotraqueal. Os EMHs de menor custo são itens de uso intermitente (bomba de infusão e desfibrilador), embora a afirmação recíproca não seja verdadeira, já que o arco cirúrgico, que também é um item de uso intermitente, se encontra em quinto lugar entre os de custo associado mais elevado.

A Tabela 7 mostra que a atividade “cirurgia”, da etapa *Intervenção* (que corresponde, na verdade, a um conjunto de atividades), é a que apresenta o custo mais alto e esta atividade é seguida pelas atividades “ventilação” e “monitoração” da etapa *Pós-Intervenção*. Não existe, entretanto, uma diferença significativa entre os custos totais das duas etapas.

Comparando o custo total dos recursos consumidos pelos equipamentos (R\$620,11) com o valor pago pelo Sistema Único de Saúde pelo procedimento de correção de aneurisma (R\$2.983,09 pelos serviços hospitalares, segundo a Tabela de Procedimentos, Medicamentos e OPM do SUS), é possível verificar que os equipamentos consomem quase 21% dos recursos destinados ao pagamento dos serviços hospitalares. Este valor pago pelo SUS é destinado ao hospital, não aos profissionais que realizam o procedimento (para estes, há um pagamento distinto), e é dessa parcela que depende a cobertura de várias outras despesas distintas dos

equipamentos como, por exemplo, as despesas com alguns medicamentos, o pagamento de impostos, o pagamento dos funcionários que não atuam diretamente no procedimento, as despesas com os equipamentos não relacionados diretamente ao procedimento e as despesas com segurança. Embora estas despesas não sejam desprezíveis, elas extrapolam o escopo deste trabalho e não serão avaliadas aqui.

## 5.2 Sobre o Método

Como o método proposto adota a perspectiva de que os equipamentos são atores dos procedimentos médicos (e não apenas recursos usados pela equipe médica), foi possível identificar recursos que, em outras circunstâncias, poderiam ser facilmente ignorados (como, por exemplo, o tempo de *máquina* alocado a atividades de *preparação do local* ou de *uso intermitente*). Essa mesma perspectiva orientou o foco do cálculo de custos no tempo de utilização dos equipamentos ao invés de seu ciclo de vida inteiro, pois embora o EAS pague por toda a vida útil dos equipamentos, os procedimentos em que eles são utilizados é que efetivamente os consomem.

Outra característica importante do método, e que não ocorre em métodos baseados no sistema ABC tradicional - como os de Lievens *et al* (2003) e Rautio *et al* (2003) - é sua modularidade: como os parâmetros do sistema TDABC (*custo unitário* e *tempo unitário*) são independentes entre si, as atualizações no custo ou na quantidade consumida de um recurso qualquer podem ser feitas rapidamente, bastando modificar o valor do devido parâmetro na planilha ou banco de dados onde os dados estão registrados. Do mesmo modo, novas atividades, equipamentos e recursos podem ser acrescentados sem que isso interfira nos valores já existentes no modelo.

Embora o princípio de funcionamento do método seja razoavelmente simples, é necessário definir cuidadosamente o escopo do estudo em que se deseja aplicá-lo, de acordo com o local onde é realizado o estudo ou mesmo com o objetivo específico do estudo, pois o método pode ser usado para avaliar desde um único equipamento até todas as máquinas que apresentem qualquer relação, ainda que remota, com o procedimento analisado. Métodos baseados no sistema ABC, como os mencionados no parágrafo anterior, não podem ser usados para avaliar partes isoladas de um procedimento, mas seu escopo também deve ser escolhido cuidadosamente, pois o

sistema deve ser confinado a uma região que contenha dados suficientes para a avaliação (Rautio *et al*, 2003).

Uma limitação que o método apresenta e comum a todas as ferramentas de avaliação de custos, é que a qualidade de seus resultados depende da qualidade dos dados obtidos. Como este método se apóia em algumas estimativas, a coleta de dados deve ser executada cuidadosamente e as estimativas devem ser baseadas em critérios sólidos.

O método pode ser usado para diversos fins, desde a comparação do comportamento de grupos diferentes de EMHs até a avaliação de custos de utilização de equipamentos específicos ou a comparação dos custos totais dos equipamentos com as receitas oriundas de seus respectivos procedimentos, mas, por se limitar a uma parcela dos recursos consumidos em um procedimento, não pode ser usado, como os outros baseados em ABC tradicional, para avaliar departamentos inteiros. É necessário ressaltar que esta ferramenta é um auxílio à avaliação de custos e não deve ser usada isoladamente para a tomada de decisões.

## 6 CONCLUSÃO

O método proposto neste trabalho apresenta uma contribuição concreta na área de avaliação de custos de equipamentos médico-hospitalares, pois permite o mapeamento detalhado dos recursos consumidos pelos equipamentos em cada uma das atividades a que eles são alocados e permite também calcular os custos desses recursos, cumprindo, deste modo, o objetivo primário desse trabalho. Ademais, seu desenvolvimento confirmou o grande potencial existente na combinação de ferramentas contábeis (neste caso, o sistema TDABC e o cálculo do Ciclo de Vida) para a avaliação de sistemas de saúde.

As dificuldades de ordem prática evidenciaram a importância de um conhecimento mais profundo do ambiente onde se deseja avaliar um procedimento médico. Unida a um conhecimento prático superficial, a dificuldade de acesso a alguns dados referentes ao procedimento impossibilitaram o cumprimento do objetivo secundário do trabalho, de modo que o estudo de caso inicialmente pretendido foi convertido em uma simulação.

Trabalhos futuros podem usar o método aqui proposto como base para avaliar os procedimentos de assistência à saúde de modo integral, não se limitando aos equipamentos médico-hospitalares. O método também pode, com as devidas adaptações, ser aplicado na análise de processos de outras áreas que não a da saúde. É desejável também a elaboração de um software que integre todas as etapas do método e automatize seus cálculos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abbas, K.; Lezana, A.G.R.; Menezes, E.A., “Apuração dos custos nas organizações hospitalares: o método ABC aplicado no serviço de processamento de roupas de um hospital”, *Revista FAE*, vol. 5, p. 77-97, 2002

Anvisa - Agência Nacional de Vigilância Sanitária, “Resolução RDC nº 30, de 15 de fevereiro de 2006”, 2006. Disponível em: <<http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=20926&word=#>> [Acesso em 13/02/2008]

Antkainen, K.; Roivainen, T.; Hyvärinen, M.; Toivonen, J.; Kärri, T., “Activity-Based Costing Process of a Day-Surgery Unit – from Cost Accounting to Comprehensive Management”, *Febr 2005 - Frontiers of e-Business Research 2005, Conference Proceedings of eBRF 2005*, p. 775-785, 2005

Antúnez, S.; García, R., “Avaliação de custos de vida útil. Caso de estudo: tomógrafo computadorizado”, *Memórias II Congresso Latinoamericano de Ingeniería Biomédica, Habana 2001*, 23-25 Maio 2001

Assef, R., “Guia prático de formação de preços: aspectos mercadológicos, tributários e financeiros para pequenas e médias empresas”, Rio de Janeiro, Campus, 1997.

Bainbridge, A.F., “Cost management by activity identification”, *Engineering Management Journal*, vol.3, no.1, p.27-31, Feb. 1993

Barrett, R., “Time-Driven Costing: The Bottom Line on the New ABC”, *Business Performance Management Magazine*, (March, 2005), p 35-39, March 2005. Disponível em:<<http://www.bpmmag.net/magazine/article.html?articleID=14375>> [Acesso em: 18/06/2007]

Beulke, R.; Bertó, D.J., “Gestão de custos e resultados na saúde: hospitais, clínicas, laboratórios e congêneres”, São Paulo, Saraiva, 1997

Bronzino, J.D.; Gover, J., "Medical technology: a solution to the health care cost problem", *Engineering in Medicine and Biology Magazine, IEEE*, vol.13, no.3, p.313-315, Jun/Jul 1994.

Cardinaels, E.; Roodhooft, F.; van Herck, G., "Drivers of cost system development in hospitals: results of a survey", *Health Policy*, vol. 69, p. 239-252, 2004.

Cobb, I.; Innes, J.; Mitchell, F., "Activity-Based Costing—Problems in Practice", London, CIMA, 1992.

Cokins, G.M., "Activity-based cost management: making it work: a manager's guide to implementing and sustaining an effective ABC System", The McGraw-Hill Companies, Inc., 1996.

Costa, P.S., "Análise do impacto do progresso tecnológico nos custos no tratamento hospitalar: o caso do tratamento para litíase urinária no Hospital Universitário de Brasília", dissertação, Universidade de Brasília, Brasília, 2004.

David, J.S.; Schuff, D.; St Louis, R., "Managing your IT total cost of ownership", *Communications of the ACM*, Vol. 45 No. 1, pp. 101-6, 2002

Devost, D.; Miller, P.J., "Implementing Activity-Based Costing (ABC) is easy! (As long as people aren't involved...)", *Advanced Semiconductor Manufacturing Conference and Workshop, 1995. ASMC 95 Proceedings. IEEE/SEMI 1995*, p. 32-34, 13-15 Nov. 1995

Ellram, L.M., "Total cost of ownership: An analysis approach for purchasing", *International Journal of Physical Distribution and Logistics* vol. 25(8), p. 4-23, 1995

Gerdsen, T., "Activity-based costing as a performance tool for library and information technology services", *Proceedings of the 4th Northumbria International Conference on*

*Performance Measurement in Libraries and Information Services. Association of Research Libraries*, p. 119-126, 2002.

Grandlich, C., “Using activity-based costing in surgery”, *AORN Journal*, vol. 79(1), p. 189-192, 2004

Greenberg, D.; Rosenfield, K.; Garcia, L.A.; Berezin, R.H.; Lavelle, T.; Fogleman, S.; Cohen, D.J., “In-hospital Costs of Self-Expanding Nitinol Stent Implantation versus Balloon Angioplasty in the Femoropopliteal Artery (The VascoCoil Trial)”, *Journal of Vascular and Interventional Radiology*, vol. 15 (10), p. 1065-1069, 2004

Guillaumon, A.T.; Rocha, E.F., “Análise de custos de safenectomia ambulatorial em hospital universitário”, *Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões*, vol. 31(3), p. 180-185, Maio/Junho 2004

Hitt, E.F., “Total ownership cost use in management”, *Digital Avionics Systems Conference, 1998. Proceedings., 17th DASC. The AIAA/IEEE/SAE*, vol.1, p.A32-1-5, 31 Out-7 Nov 1998

Horngren, C.T., “Contabilidade de custos um estoque administrativo”, São Paulo, Atlas, 1986.

Iudícibus, S.; Marion, J.C., “Manual de contabilidade para não-contadores”, São Paulo, Atlas, 1990.

Kaplan, R.S.; Anderson, S.R., “Time-driven activity-based costing”, *Harvard Business Review*, Vol. 82, p. 131–138, Nov. 2004 DOI: 10.1225/R0411J

Lievens, Y.; van den Bogaert, W.; Kesteloot, K., “Activity-based costing: a practical model for cost calculation in radiotherapy”, *Int. Journal of Radiat. Oncol. Biol. Phys.*, vol. 57, p. 522–535, Out. 2003 DOI:10.1016/S0360-3016(03)00579-0

Lutz, J.; Lekov, A.; Chan, P.; Whitehead, C.D.; Meyers, S.; McMahon, J., “Life-cycle cost analysis of energy efficiency design options for residential furnaces and boilers”, *Energy*, vol. 31(2-3), p. 311-329, Fev/Mar 2006

Maslekar, S.; Pillinger, S.H.; Sharma, A.; Taylor, A.; Monson, J.R.T., “Cost analysis of transanal endoscopic microsurgery for rectal tumours”, *Colorectal Disease*, vol. 9 (3), p. 229-234, 2007 DOI:10.1111/j.1463-1318.2006.01132.x

Miniño, A.M.; Heron, M.P.; Murphy, S.L.; Kochanek, K.D., “Deaths: Final Data for 2004”, *National Vital Statistics Reports*, vol. 55 (19), 2007

Moore, T.; Simendinger, E., “Health-care delivery systems”, *Clinical engineering: principles and practices* (J.G. Webster, ed.; A. M. Cook, ed.), Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1979, p. 1-19

Naguib, H.; Bol, I.; Lora, J.; Chowdhry, R., “The application of activity-based costing (ABC) to drive cost reduction efforts for a new IC product line”, *Advanced Semiconductor Manufacturing Conference and Workshop. 1994. ASMC 94 Proceedings. IEEE/SEMI*, p.185, 14-16 Nov. 1994

Nascimento, L.N.; Calil, S.J.; Hermi, A. H., “Uma metodologia para o cálculo do custo total de propriedade de equipamentos médico-hospitalares”, *XX Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica. Anais XX CBEB*, p. 535-538, 22-26 Out. 2006

Netto, B.M.; Guimarães, P.C.M., “Etiopatogenia e fisiopatologia dos aneurismas arteriais”, *Aneurismas arteriais* (P. Puech-Leão, ed.; P. Kauffman, ed.), BYK, São Paulo, 1998, p. 11-19

Noblett, S.E.; Horgan, A.F. “A prospective case-matched comparison of clinical and financial outcomes of open versus laparoscopic colorectal resection”, *Surgical Endoscopy*, vol. 21 (3), p. 404-408, 2007

Parreiras, P.A., “Projetando para Lucrar: uma abordagem integrada de gestão de custos e de capacidade no desenvolvimento de produtos”, dissertação, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006

Rautio, R.; Keski-Nisula, L.; Paakkala, T., “Activity-based cost analysis in catheter-based angiography and interventional radiology”, *European Radiology*, vol. 13, p. 1937-1945, Ago 2003 DOI 10.1007/s00330-002-1484-1

Ridgway, M.G.; Johnston, G.I.; McClain, J.P., “History of engineering and technology in health care”, *Clinical engineering handbook* (Joseph F. Dyro, ed.), Academic Press, San Diego, 2004, p. 7-10

Rocha, L.S.; Bassani, J.W.M., “Activity based costing applied to clinical engineering”, [*Engineering in Medicine and Biology, 2002. 24th Annual Conference and the Annual Fall Meeting of the Biomedical Engineering Society*] *EMBS/BMES Conference, 2002. Proceedings of the Second Joint*, vol.3, p. 1933-1934, 23-26 Out. 2002

Rocha, L.S., “Sistema de custeio baseado em atividades para gerenciamento do processo de manutenção de equipamentos médico-assistenciais”, tese (doutorado), Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005

Romanyshyn, G., “Pumps: making life-cycle design decisions: getting the most from your pumps using pumping life-cycle cost analysis”, *HPAC Engineering*, June 2004, p. 39-50, Jun 2004

Ross, T. K., “Analyzing health care operations using ABC”, *Journal of Health Care Finance*, vol. 30, p. 1–20, 2004

Santos, J.J., “Análise de custos: um enfoque gerencial”, São Paulo, Atlas, 1990 2.ed.

Seymour, J., “TCO: Magic, Myth, or Shuck?”, *PC Magazine*, vol. 17, no. 9, p. 93-94, 5 Maio, 1998

Sitrângulo Jr., C.J.; Kauffman, P., “Aneurisma da aorta infra-renal”, *Aneurismas arteriais* (P. Puech-Leão, ed.; P. Kauffman, ed.), BYK, São Paulo, 1998, p. 147-158

Smith, B., “So you need to buy a pump: figuring cost of ownership may not be as hard as you think” *Dairy Foods*, vol. 106(5), p. 54–57, Maio 2005

Smith, V.H.; Bronzino, J.D., “Measuring the cost of health care technologies”, *Engineering in Medicine and Biology Magazine, IEEE*, vol.12, no.2, p.34-37, Jun 1993

Stacul, F.; Pozzi-Mucelli, F.; Lubin, E.; Gava, S.; Cuttin-Zernich, R.; Grisi, G.; Cova, M.A., “MR angiography versus intra-arterial digital subtraction angiography of the lower extremities: activity-based cost analysis”, *Radiol Med*, vol.111, p.73-84, 2006 DOI 10.1007/s11547-006-0008-5

Taylor, E.J. (editor), “Dorland’s illustrated medical dictionary (27<sup>th</sup> ed.)”, Philadelphia, W.B. Saunders, 1988

Thuesen, G.J.; Fabrycky, W.J., “Engineering economy (9th ed.)”, Englewood Cliffs, Prentice-Hall, 2001.

## APÊNDICES

### Apêndice 1 – Roteiro de Perguntas para o Sistema de Agrupamento Temporal

(Obs.: todas as instruções de registro de dados se referem ao registro no *Formulário de Atividades, Equipamentos e Recursos*, disponível no Apêndice 2.)

#### **Questionário 1: Etapas, Atividades e Equipamentos.**

##### *Etapa Intervenção*

(Obs.: todos os recursos registrados nesta etapa devem ter “Intervenção” preenchida na coluna “Etapa” do *Formulário de Atividades, Equipamentos e Recursos*.)

1. Assuma que o local onde será realizada a intervenção já está preparado. Qual o primeiro ato realizado pela equipe médica depois de acomodar o paciente? [*registrar a atividade na coluna “Atividade”*]
2. Indique um dos equipamentos usados nessa atividade [*registrar o equipamento na coluna “Equipamento” considerando os seguintes modos de alocação: manutenção de estado, operação pontual, monitoração contínua e monitoração pontual*]
3. Quais são os recursos consumidos por esse equipamento? [*aplicar o Questionário 2, abaixo, para identificar os recursos consumidos pelo equipamento nessa atividade*]
4. Quais são os outros equipamentos usados nessa atividade? E que recursos eles consomem? [*identificar os demais equipamentos usados na atividade, um a um, também considerando os modos de alocação indicados na pergunta 2 e repetir a pergunta 3 para cada um deles até que todos os recursos consumidos pelos equipamentos usados na atividade sejam identificados e quantificados*]
5. E depois, como se desenvolve a intervenção? Quais equipamentos são usados em cada atividade e quais recursos eles consomem? [*identificar as demais atividades da seqüência, uma a*

*uma e, registrando cada uma na coluna “Atividade”, repetir as perguntas 2, 3 e 4 até que todas as atividades sejam identificadas]*

6. Durante a realização desse tipo de procedimento, há algum equipamento de uso intermitente próximo ao local do procedimento, pronto para ser usado em caso de necessidade? Há algum equipamento ou acessório de reserva na sala? *[se alguma das respostas for afirmativa, registrar a atividade “Uso intermitente” na coluna “Atividade” e, para cada equipamento de uso intermitente, aplicar a pergunta 3]*

7. Durante o procedimento, algum equipamento que não tem relação com o mesmo fica presente na sala e, devido a isso, é impedido de ser usado em outro procedimento? Qual(is)? *[se a resposta for afirmativa, registrar a atividade “Imobilização” na coluna “Atividade” e, para cada equipamento imobilizado, aplicar a pergunta 3]*

#### *Etapa Pré-Intervenção*

*(Obs.: todos os recursos registrados nesta etapa devem ter “Pré-Intervenção” preenchida na coluna “Etapa” do Formulário de Atividades, Equipamentos e Recursos.)*

8. E as atividades anteriores ao procedimento? Como são preparados os materiais? Quais equipamentos são usados nessa preparação? *[aplicar as perguntas 2, 3 e 4 para cada atividade de preparação de materiais, desconsiderando os modos de alocação indicados na pergunta 2 e registrando cada atividade na coluna “Atividade”]*

9. E o local de realização do procedimento? Sua preparação exige o uso de algum equipamento? *[registrar atividade “preparação do local” e, aplicar as perguntas 2, 3 e 4, desconsiderando os modos de alocação indicados na pergunta 2]*

10. Algum equipamento fica imobilizado durante a preparação do local? Qual(is)? *[registrar cada EMH ao lado da atividade “preparação do local” e aplicar a pergunta 3]*

11. Os EMHs usados no procedimento passam por algum tipo de preparação? [*registrar cada equipamento preparado ou usado na preparação de outros equipamentos ou de acessórios ao lado das respectivas atividades de preparação de equipamentos e aplicar a pergunta 3 para cada um deles*]

#### *Etapa Pós-Intervenção*

(Obs.: todos os recursos registrados nesta etapa devem ter a expressão “Pós-Intervenção” preenchida na coluna “Etapa” do *Formulário de Atividades, Equipamentos e Recursos*.)

12. Há alguma outra atividade após o procedimento? (p.ex.: atividades de acompanhamento pós-operatório). Quais? [*repita as questões da etapa “Intervenção” para as atividades que ocorrem na etapa “Pós-Intervenção”*]

#### **Questionário 2: Recursos**

1. Por quanto tempo esse equipamento fica no local do procedimento? E por quanto tempo ele é usado durante o procedimento? [*registrar o recurso máquina na coluna “Recurso” e o tempo de alocação do equipamento à atividade na coluna “Quantidade”. Anotar o tempo de uso efetivo do EMH como uma observação na coluna “Observações”, se for diferente do tempo de alocação. Caso o equipamento seja alocado às atividades “Uso intermitente” ou “Imobilização” ou esteja imobilizado por alguma atividade de preparação, considerar apenas o recurso máquina*]

2. Indique um recurso consumido pelo equipamento na atividade que está sendo avaliada. [*Registrar o nome do recurso na coluna “Recurso”*]

3. Esse recurso é consumido em unidades inteiras? Quantas unidades desse recurso são consumidas por esse equipamento nessa atividade? [*Registrar o número de unidades desse recurso de consumo discreto. Se for um recurso de consumo contínuo, passar à próxima questão*]

4. Quanto desse recurso é consumido nessa atividade em cada procedimento? [*Registrar a quantidade desse recurso de consumo contínuo ou o seu tempo de consumo na atividade (para posterior estimativa da quantidade consumida)*]

5. Que outros recursos são consumidos por esse equipamento nessa atividade? [*Registrar, um a um, os demais recursos na coluna recursos e repetir as perguntas 3 e 4 para cada um deles, até que todos os recursos e quantidades estejam identificados*]



### Apêndice 3 – Diagrama de Recursos e Atividades

O *Diagrama de Recursos e Atividades* é uma ferramenta destinada a representar graficamente o fluxo de atividades de um procedimento qualquer e as interações entre os equipamentos médicos e os recursos que eles consomem.

Essa técnica é uma modificação do *Use Case Diagram* (Diagrama de Caso de Uso), uma ferramenta usada para representar graficamente os *casos de uso* (*use cases*), que são interações entre os sistemas computacionais e seus usuários (Fowler & Scott, 1997). O *Use Case Diagram* é um componente da *UML* (*Unified Modeling Language* – ou Linguagem de Modelagem Unificada), uma linguagem de modelagem para programação orientada a objetos.

Embora o *Diagrama de Caso de Uso* não seja voltado à análise de processos, sua estrutura permite uma boa avaliação das interações entre os diferentes elementos do sistema (tradicionalmente chamados de *atores*).

Para tirar proveito dessa característica do DCU e aplicá-la à avaliação de procedimentos médicos, a indicação do fluxo de atividades foi acrescentada à sua estrutura (as atividades substituem os casos de uso).

A Figura A1 apresenta o Diagrama de Recursos e Atividades.

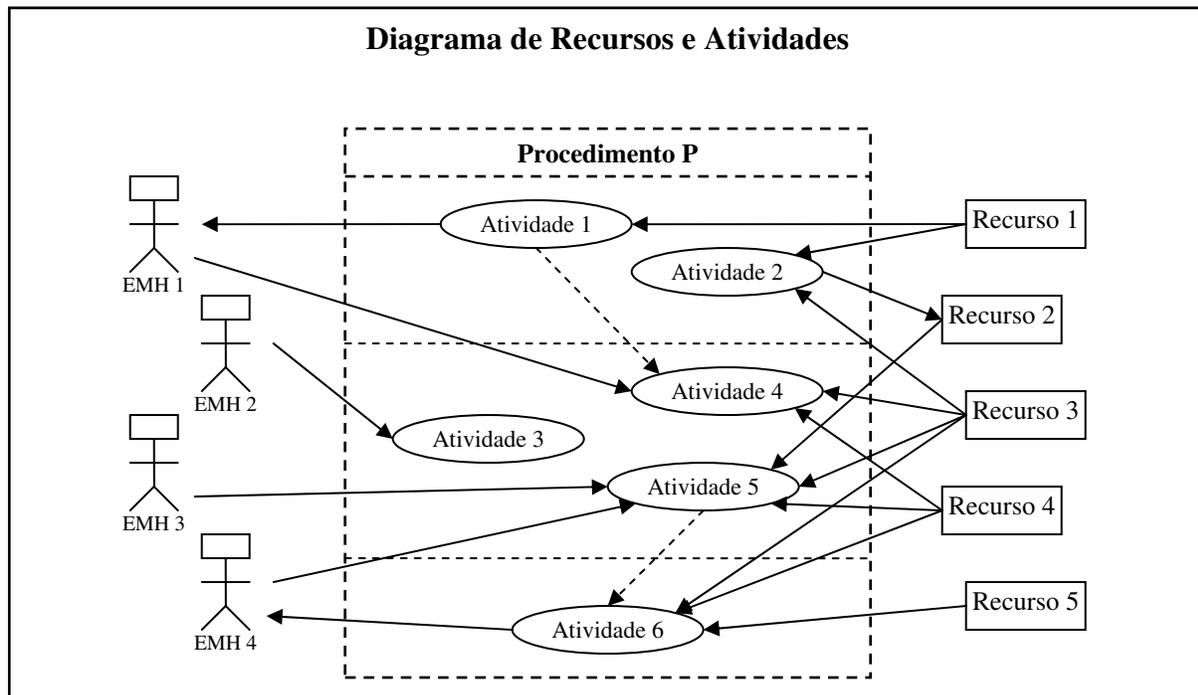


Figura A1: Diagrama de Recursos e Atividades

Os elementos do diagrama do diagrama são descritos a seguir:

*Figuras Humanóides:* esses símbolos representam os equipamentos médico-hospitalares envolvidos no procedimento. Na notação original, as figuras apresentam cabeças arredondadas, pois representam os usuários do sistema; nesse diagrama, as cabeças quadradas indicam que os atores representados são máquinas. O nome do equipamento deve ser escrito sob a figura.

*Elipses:* esses símbolos representam as atividades que compõem o procedimento. No *diagrama de caso de uso*, as elipses indicam os *casos de uso*.

*Retângulos:* esses símbolos representam os recursos consumidos pelos equipamentos nas atividades em que estes são utilizados. No diagrama de caso de uso, os retângulos representam os *atores secundários*.

*Conectores:* Nos diagramas de caso de uso, os conectores usados para relacionar atores e casos de uso não têm setas. Nesses diagramas, só há dois tipos de conexão com setas, e ocorrem entre dois casos de uso: *relação de extensão* (quando um caso de uso é similar a outro, mas apresenta alguma tarefa extra) e *relação de uso* (para indicar atividades comuns a mais de um caso de uso).

No *diagrama de recursos e atividades*, todas as conexões são direcionadas e podem se apresentar nas seguintes situações:

1. Entre atividades: esta conexão indica que a atividade para onde se dirige a seta deve necessariamente ser realizada depois da anterior (considerando as condições médias efetivas do EAS onde se realiza o procedimento). Essas conexões são representadas por linhas tracejadas;
2. Entre equipamentos e atividades: uma seta do equipamento para a atividade indica que o equipamento é usado na realização da atividade; uma seta no sentido oposto indica que a atividade é realizada no equipamento, para assegurar que este esteja em condições de uso adequadas;

3. Entre recursos e atividades: uma seta do recurso para a atividade indica que o recurso é consumido na realização da atividade; uma seta no sentido oposto indica que o recurso é produzido pela atividade.

*Retângulos tracejados:* Larman (2002) sugere que, ao elaborar um diagrama de caso de uso, sejam desenhados os limites do sistema como um retângulo contínuo que envolve todos os casos de uso. No diagrama de recursos e atividades decidiu-se limitar as atividades com retângulos tracejados e as atividades foram distribuídas em 3 conjuntos, segundo o critério de *agrupamento temporal de atividades* (com os grupos ordenados de cima para baixo no diagrama). Acima desses retângulos, há mais um, reservado para registrar o nome do procedimento.

Seguindo outras sugestões de Larman (2002), todos os EMHs foram posicionados à esquerda (equivalendo aos “atores principais” no DCU) e os demais recursos, à direita das atividades.

### **Referências consultadas**

Thuesen, G.J.; Fabrycky, W.J., “Engineering economy (9th ed.)”, Englewood Cliffs, Prentice-Hall, 2001.

Fowler, M.; Scott, K., “UML distilled: applying the standard object modeling language”, Reading, Addison-Wesley (1997).

Larman, C., “Applying UML and patterns: an introduction to object-oriented analysis and design and the unified process (2nd ed.)”. Prentice Hall, July 2001.

## Apêndice 4 – Formulário de Recurso Máquina

<b>Formulário de Recurso Máquina</b>					
<b>Informações Gerais</b>					
Nesta seção, inserir dados gerais sobre os requisitos operacionais do equipamento, seus acessórios e materiais de consumo e sobre seu ciclo de vida estimado.					
<b>Equipamento/Cód. de Identificação:</b> _____					
<b>Modelo / Fabricante:</b> _____					
<b>Potência Nominal:</b> _____					
<b>Alimentação Primária:</b> _____					
<b>Alimentação Secundária:</b> _____					
<b>Rede de água e esgoto? (S/N)</b> _____			<b>Rede de Dados? (S/N)</b> _____		
<b>Rede de Gases? (S/N. Quais?)</b> _____					
<b>Material de Consumo:</b> _____					
_____					
<b>Outros (p. ex.: acessórios e peças de reposição):</b> _____					
_____					
<b>Data de início do planejamento da aquisição (mm/aaaa):</b> _____					
<b>Data de início da incorporação do equipamento (mm/aaaa):</b> _____					
<b>Data de início da operação do equipamento (mm/aaaa):</b> _____					
<b>Data de desativação do equipamento (mm/aaaa):</b> _____					
<b>Planejamento</b>					
Nesta seção, inserir dados sobre os custos incidentes durante o período de planejamento da aquisição do equipamento médico-hospitalar avaliado.					
<b>Horas Técnicas</b>	<b>Função / Depto</b>	<b>salário/ hora (R\$/h)</b>	<b>Horas trabalhadas</b>	<b>Observações</b>	
	_____	_____	_____	_____	
	_____	_____	_____	_____	
	_____	_____	_____	_____	
	_____	_____	_____	_____	
	_____	_____	_____	_____	
	_____	_____	_____	_____	
	_____	_____	_____	_____	
<b>Serviços de Terceiros</b>	<b>Prestador do serviço</b>	<b>Serviço Prestado</b>	<b>Valor Pago (R\$)</b>	<b>Data</b>	<b>Observações</b>
	_____	_____	_____	_____	_____
	_____	_____	_____	_____	_____
	_____	_____	_____	_____	_____
	_____	_____	_____	_____	_____
	_____	_____	_____	_____	_____
<b>Recursos Materiais</b>	<b>Recurso</b>	<b>Descrição</b>	<b>Valor (R\$)</b>	<b>Data</b>	<b>Observações</b>
	_____	_____	_____	_____	_____
	_____	_____	_____	_____	_____
	_____	_____	_____	_____	_____
	_____	_____	_____	_____	_____
	_____	_____	_____	_____	_____

<b>Incorporação</b>					
Nesta seção, inserir dados sobre os custos incidentes durante o período de incorporação do equipamento médico-hospitalar avaliado.					
<b>EMH</b>	<b>Item</b>	<b>Valor (R\$)</b>	<b>Data</b>	<b>Duração</b>	<b>Observações</b>
<b>Reformas prediais</b>	<b>Item</b>	<b>Valor (R\$)</b>	<b>Data</b>	<b>Duração</b>	<b>Observações</b>
<b>Mobília</b>	<b>Item</b>	<b>Valor (R\$)</b>	<b>Data</b>	<b>Duração</b>	<b>Observações</b>
<b>Recursos Humanos</b>	<b>Item</b>	<b>Valor (R\$)</b>	<b>Data</b>	<b>Duração</b>	<b>Observações</b>

<b>Operação - Custos Fixos</b>			
Nesta seção, inserir dados sobre os custos fixos incidentes durante o período de operação do equipamento médico-hospitalar avaliado.			
<b>Manutenção</b>	<b>Item</b>	<b>Custo médio mensal</b>	<b>Observações</b>
<b>Recursos Humanos</b>	<b>Item</b>	<b>Custo médio mensal</b>	<b>Observações</b>
<b>Outros</b>	<b>Item</b>	<b>Custo médio mensal</b>	<b>Observações</b>
<b>Desativação</b>			
nesta seção, inserir dados sobre os custos fixos incidentes durante o período de desativação do equipamento médico-hospitalar avaliado.			
<b>Item</b>	<b>Valor (R\$)</b>	<b>Data</b>	<b>Observações</b>

<b>Disponibilidade Mensal</b>	
Inserir dados sobre o perfil de utilização do equipamento médico-hospitalar avaliado.	
<b>Disponibilidade prática estimada (%):</b>	
<b>Tempo máximo teórico:</b>	$(\text{_____} - \text{_____}) \times \text{_____} \times 5 = \text{_____}$ minutos mensais (dias úteis - feriados) x horas diárias x 60 min / 12 meses = minutos mensais
<b>Tempo prático máximo (min)</b>	$\text{_____} \times \text{_____} / 100 = \text{_____}$ minutos mensais tempo máximo teórico x disponibilidade prática / 100

O Formulário de Recurso Máquina foi desenvolvido para centralizar as informações necessárias ao cálculo do custo do recurso máquina associado a um equipamento específico ou a um modelo de equipamento.

A seção “Informações Gerais” deve ser preenchida com dados de identificação do modelo de equipamento avaliado (ou de um equipamento específico – nesse caso, deve-se indicar ao lado do nome do equipamento o código de identificação do EMH no hospital). Nessa seção, também é necessário registrar informações sobre a infra-estrutura necessária ao funcionamento do equipamento (requisitos para alimentação elétrica, redes de dados, água, esgoto e gases); sobre o material de consumo e outros itens associados (como acessórios e peças de reposição mais comuns); e informações sobre o ciclo de vida estimado para o equipamento (limitando cronologicamente as etapas do ciclo de vida).

A seção “Planejamento” deve ser preenchida com dados relacionados aos custos incidentes durante o período de planejamento da aquisição (ou *Pré-Aquisição*) do EMH. Inclui campos para o registro das horas técnicas da equipe responsável pelo planejamento; para o registro de serviços contratados de terceiros (p.ex.: consultores); e para os recursos materiais consumidos durante o processo (p.ex.: viagens para observação do equipamento instalado em outro hospital). As horas técnicas devem ser associadas à função que cada membro da equipe de avaliação exerce em seu respectivo departamento.

A seção “Incorporação” deve ser preenchida com dados relacionados aos custos incidentes durante o período de incorporação do equipamento no estabelecimento de assistência à saúde. Inclui campos para o registro dos custos relacionados diretamente ao equipamento (p.ex.: parcelas de pagamento do equipamento, seguros, transporte, instalação, laudos técnicos, etc.); às reformas prediais necessárias à instalação do EMH (ex.: adequação da blindagem radiológica); à mobília necessária à instalação do equipamento (ex.: bancadas); e às despesas com recursos humanos nessa etapa (ex.: treinamento de operadores e técnicos de manutenção).

A seção “Operação – Custos fixos” deve ser preenchida com dados relacionados aos custos fixos incidentes durante o período de operação do EMH no hospital. Essa seção inclui campos para o registro dos custos médios mensais em manutenção (corretiva, preventiva, ensaios e calibração), recursos humanos (treinamento contínuo de técnicos e operadores) e outros (ex.: seguro do equipamento).

A seção “Desativação” deve ser preenchida com dados relacionados aos custos incidentes durante o período de desativação do EMH. Essa seção inclui uma única tabela para registrar quaisquer custos que possam ocorrer na desativação, pois estes podem variar consideravelmente (ex.: desmontagem do equipamento, demolição de parede, despesas com transporte, etc.).

A seção “Disponibilidade Mensal” deve ser preenchida com dados relacionados ao perfil de utilização do equipamento médico-hospitalar no EAS. É usada para estimar o *Tempo Prático Máximo* que o equipamento pode ser usado mensalmente.

## Apêndice 5 – Planilha de Recurso Máquina

A *Planilha de Recurso Máquina* é um conjunto de planilhas desenvolvido no software *Microsoft Office Excel 2003* para calcular o custo unitário dos recursos do tipo *máquina* a partir dos dados coletados no *Formulário de Recurso Máquina*.

Recurso Máquina				
Informações Técnicas				
Equipamento:			Modelo:	
Fabricante:			Código de Identificação:	
Energia:	Alimentação Primária:			
	Alimentação Secundária:			
	Potência:			
Hidráulica/ Gases	Rede de Água?		Rede de Esgoto?	
	Ar comprimido/gases?		Tipo:	
Material de Consumo				
Outros:				
Ciclo de Vida				
Data de início do Planejamento de Aquisição				
Data de Início da Incorporação do Equipamento				
Data de Início da Operação do Equipamento				
Data de Desativação do Equipamento				
Duração do Ciclo de Operação	0 meses			

A primeira planilha, chamada “Recurso Máquina” possui dois campos: “Informações técnicas” e “Ciclo de Vida” e pode ser preenchida a partir dos dados coletados no campo “Informações Gerais” do *Formulário de Recurso Máquina*.

O campo “Informações Técnicas” é usado para registrar dados de identificação do equipamento, dados sobre a infra-estrutura necessária ao seu funcionamento e sobre o material de consumo e outros itens associados.

O campo “Ciclo de Vida” registra os dados relativos ao ciclo de vida do equipamento e calcula em meses a duração do ciclo de operação a partir do início da etapa de operação e da etapa de desativação.



Custo de Incorporação			
Início da Incorporação		00/01/1900	
Equipamento			
Item		Data de Pagamento	Valor
Equipamento(s)	À Vista		
	Sinal		
	Parcela		
Frete			
Armazenagem			
Seguro do Transporte			
Testes de Aceite			
Garantia			
Instalação			
Impostos/Taxas			
Calibração			
Laudos			
Licenças			
Treinamento			
Vida Útil estimada do equipamento (em		0	
		<b>Subtotal Equipamento</b>	<b>R\$ 0,00</b>
		<b>Depreciação Mensal</b>	
Reformas e Construções Prediais			
Item		Data de pagamento	Valor
Reformas/Construções Prediais	À Vista		
	Sinal		
	Parcela		
Vida Útil estimada da obra (em meses)			
		<b>Subtotal Obra Civil</b>	<b>R\$ 0,00</b>
		<b>Custo Mensal</b>	<b>R\$ 0,00</b>

A terceira planilha, chamada “Custo de Incorporação” possui quatro campos: “Equipamento”, “Reformas e Construções Prediais”, “Mobiliário” e “Recursos Humanos”. Pode ser preenchida com os dados do campo “Incorporação” do *Formulário de Recurso Máquina*.

O campo “Equipamento” divide o valor total dos recursos diretamente relacionados ao equipamento pelos meses de duração do ciclo de vida do equipamento.

O campo “Reformas e Construções Prediais” divide o valor total dos recursos relacionados às reformas necessárias à instalação do equipamento pelos meses de duração do ciclo de vida da obra ou reforma.

<b>Mobiliário</b>			
<b>Item</b>		<b>Data de Pagamento</b>	<b>Valor</b>
Mobiliário	A Vista		
	Sinal		
	Parcela		
Frete			
Instalação			
Impostos (descontar possíveis abatimentos)			
Taxas (descontar possíveis abatimentos)			
<b>Vida Útil estimada do mobiliário (em meses)</b>		<b>Subtotal Mobiliário</b>	<b>R\$ 0,00</b>
		<b>Depreciação Mensal</b>	<b>R\$ 0,00</b>
<b>Recursos Humanos</b>			
<b>Item</b>		<b>Data de Pagamento</b>	<b>Valor</b>
Recrutamento e Seleção			
Treinamento (Interno ou terceirizado)			
<b>Vida Útil estimada do EMH (em meses)</b>		<b>Subtotal RH</b>	<b>R\$ 0,00</b>
		<b>Custo Mensal</b>	<b>R\$ 0,00</b>
		<b>Total Mensal Incorporação</b>	

O campo “Mobiliário” divide o valor total dos recursos relacionados à mobília necessária à instalação do equipamento pelos meses de duração do ciclo de vida da mobília.

O campo “Recursos Humanos” divide o valor total dos recursos relacionados ao recrutamento e treinamento da equipe que vai operar e realizar a manutenção do equipamento pelos meses de duração do ciclo de vida do equipamento.

A planilha calcula o valor total mensal dos custos relacionados à etapa de incorporação do ciclo de vida do equipamento.

<b>Operação e Manutenção - Custos Fixos</b>		
<b>Início da Operação</b>	00/01/00	
<b>Recursos Humanos</b>		
<b>Tipos de Despesas com RH</b>		<b>Mensal</b>
Treinamento (Interno ou terceirizado)		
Outros		
<b>Subtotal RH</b>		<b>R\$ 0,00</b>
<b>Manutenção</b>		
<b>Manutenção</b>	<b>Tipo de Despesa</b>	<b>Mensal</b>
<b>Corretiva</b>	Contrato com Fabricante	
	Contrato com Terceiro	
	Pessoal interno	
<b>Preventiva</b>	Contrato com Fabricante	
	Contrato com Terceiro	
	Pessoal interno	
<b>Calibração</b>	Contrato com Fabricante	
	Contrato com Terceiro	
	Pessoal interno	
<b>Ensaios</b>	Contrato com Fabricante	
	Contrato com Terceiro	
	Pessoal interno	
<b>Subtotal Manutenção</b>		<b>R\$ 0,00</b>
<b>Outros</b>		
<b>Tipo</b>		<b>Mensal</b>
Produtos de limpeza		
Seguro do equipamento		
<b>Subtotal Outros</b>		<b>R\$ 0,00</b>
<b>Total Custos Fixos de Operação</b>		<b>R\$ 0,00</b>

A quarta planilha, chamada “Operação e Manutenção – Custos Fixos” possui três campos: “Recursos Humanos”, “Manutenção e Operação” e “Outros”. Pode ser preenchida com os dados do campo “Operação – Custos Fixos” do *Formulário de Recurso Máquina*.

O campo “Recursos Humanos” calcula o valor mensal dos recursos humanos diretamente relacionados à manutenção dos equipamentos.

O campo “Manutenção” calcula o valor mensal das atividades de manutenção.

O campo “Outros” calcula o valor dos recursos relacionados ao equipamento e que são consumidos fora dos procedimentos mensalmente.

A planilha calcula o valor total mensal dos recursos necessários para manter o equipamento em condições de operação.

<b>Custo de Desativação</b>		
	<b>Data de desativação:</b>	<b>00/01/00</b>
<b>Item</b>	<b>Efetuada por</b>	<b>Valor</b>
<b>Desmontagem</b>	Horas Técnicas (equipe interna)	
	Serviço terceirizado	
<b>Seguro</b>	N/A	
<b>Transporte</b>	Horas Técnicas (equipe interna)	
	Serviço terceirizado	
<b>Seguro de Transporte</b>	N/A	
<b>Rejeitos</b>	N/A	
<b>Outros</b>	N/A	
	<b>Valor Residual</b>	
	<b>Total - Custo de Desativação</b>	<b>R\$ 0,00</b>
	<b>Custo Mensal de Desativação</b>	<b>R\$ 0,00</b>

A quinta planilha, chamada “Custo de Desativação” já possui indicados os possíveis itens de custo relacionados à etapa: “Desmontagem”, “Seguro”, “Transporte”, “Seguro de Transporte”, “Rejeitos” e “Outros”. A planilha conta também com um campo para o “Valor Residual”, que é o valor de venda estimado ao fim do ciclo de vida considerado para o equipamento e, na prática, é um custo negativo (ou seja: uma receita estimada). Essa planilha pode ser preenchida com os dados do campo “Operação – Custos Fixos” do *Formulário de Recurso Máquina*.

A planilha divide o custo total estimado para desativar o EMH pelos meses de duração do ciclo de vida do equipamento.

<b>Custo do Recurso Máquina</b>		
<b>Ciclo de Vida</b>	Início do Planejamento	00/01/00
	Início da Incorporação	00/01/00
	Início da Operação	00/01/00
	Desativação	00/01/00
	<b>Tempo de Operação</b>	<b>0 meses</b>
	<b>Tempo Total</b>	0 meses
<b>Custos</b>	<b>Etapa</b>	<b>Custo</b>
	Planejamento	
	Incorporação	R\$ 0,00
	Desativação	R\$ 0,00
	Operação	R\$ 0,00
	<b>Custo Mensal - Máquina</b>	<b>R\$ 0,00</b>

<b>Disponibilidade Mensal do Equipamento</b>	<b>Total do Ano</b>		<b>Media Teórica Mensal de Horas</b>
Tempo Máximo Teórico:	( Dias Úteis - Feriados)	( 260,71 dias úteis	173,81
	x Horas Diárias	x 8,00 horas	<b>Média Teórica de Minutos</b>
	Horas Totais	<b>2085,71 horas</b>	10428,57 minutos
Disponibilidade Prática Estimada:			
Tempo Máximo Prático Estimado:		<b>0,00 minutos</b>	

<b>Recurso máquina</b>	
Custo mensal	R\$ 0,00
Minutos mensais	0,00 minutos
<b>Custo do Recurso</b>	<b>0,00 R\$/minuto</b>

A sexta e última planilha, chamada “Custo do Recurso Máquina” é dividida em três partes.

Na primeira parte, são apresentados os dados de custo e datas relacionados ao ciclo de vida do equipamento. Essa parte fornece o custo mensal do equipamento durante seu ciclo de vida.

Na segunda parte, é calculado o tempo prático médio mensal do equipamento, em minutos, considerando o total de feriados anuais, a duração do expediente do setor em que o EMH é usado e disponibilidade prática do EMH no setor.

A última parte calcula o custo unitário do recurso máquina a partir do custo mensal e do total de minutos mensais.

É necessário ressaltar que o método de cálculo da *Planilha de Recurso Máquina* é igual ao apresentado na seção 3.2.1 da dissertação, mas foi acrescentado um passo a mais, que é o cálculo dos valores mensais antes do cálculo do custo unitário da *máquina*.

