

AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO NO CENTRO CIRÚRGICO DO HOSPITAL
UNIVERSITÁRIO DA UFRJ (HUCFF) UTILIZANDO A ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE
DADOS (DEA) E SIMULAÇÃO

Nilson Trevisan Torres

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DA COORDENAÇÃO DOS
PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS
PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS EM ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO.

Aprovada por:

Prof. Marcos Pereira Estellita Lins, D.Sc

Prof. Mário Jorge Ferreira de Oliveira, PhD

Prof. Carlos Francisco Simões Gomes, D.Sc

Prof. Angela Cristina Moreira da Silva, D.Sc

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

MARÇO DE 2007

TORRES, NILSON TREVISAN

Avaliação de Desempenho no Centro Cirúrgico do Hospital Universitário da UFRJ (HUCFF) utilizando a Análise Envoltória de Dados (DEA) e Simulação. [Rio de Janeiro] 2007.

XIII, 212 p.29,7 cm (COPPE/UFRJ, M. Sc., Engenharia de Produção, 2007).

Dissertação – Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE

1. Pesquisa Operacional
2. Análise Envoltória de Dados (DEA)
 - I. COPPE/UFRJ
 - II. Título (série)

*Ao meu estimado pai, professor e advogado,
exemplo de motivação e dedicação ao estudo
e trabalho, de determinação e perseverança
para a conquista de seus ideais.*

Agradecimentos

Dedico o meu trabalho a minha esposa Aline, hoje na iminência de conceber o nosso primeiro filho, por toda alegria alcançada nestes sete anos de convívio íntimo e de muitas lutas por um futuro melhor, bem como todo o seu apoio e compreensão prestados até então.

A minha mãe, Teresa, a qual sempre apoiou minhas decisões e soube compreender que a minha alegria seriam os frutos colhidos através das pequenas vitórias concebidas na luta pelo conhecimento.

Aos meus colegas de Mestrado, Érito e Vanessa, pelo trabalho incansável nesta longa caminhada em que, todos juntos, conseguimos galgar a vitória da concepção do conhecimento e da pesquisa, como também pela aprendizagem mútua que às vezes mostrou que a solução de certos problemas está nas alternativas mais simples que, por diversas vezes, foram desprezadas.

Ao meu sogro e sogra, Vilmar e Teresa, pelo inestimável apoio e arbítrio positivo nos momentos de crise que vivenciamos longe de todos os familiares, e ainda pela perseverante luta que travam no seu dia-a-dia que, como exemplo, inspiraram e sempre apoiaram a minha busca pelo conhecimento, conscientes dos frutos que ora estou colhendo.

Os amigos, professores e funcionários da COPPE-UFRJ, os quais sempre buscaram atender prontamente qualquer tipo de solicitação dos alunos e que, por diversas vezes, buscaram soluções imediatas para os pequenos problemas cotidianos, visando tão somente tranquilizar a nossa vida acadêmica, e que transformaram estes dois anos de convívio em uma intensa relação de amizade.

Aos Oficiais e amigos CF Pesse, CF Paes e CC Leonardo Claro, pelo apoio e incentivo, sempre disposto a prestar qualquer tipo de auxílio, os quais me serviram como um verdadeiro exemplo de dedicação e empenho na carreira militar naval.

Ao meu Orientador e amigo, Prof. Estellita, pela compreensão de minhas dificuldades e limitações, pelo apoio e estímulo à pesquisa científica, pela amizade e amor à sua profissão, sem o qual seria impossível atingir as metas deste trabalho.

Aos médicos, e agora amigos, Roberto Fizman e Maria Stella de Castro Lobo e o estudante de Medicina Vagner José de Paula Ribeiro, pelo incansável esforço e auxílio na coleta e compilação dos dados do HUCFF, e pelas brilhantes orientações que foram agregadas a este trabalho visando a sua conclusão final.

Minhas sinceras desculpas a todos os amigos pelos momentos que abdicaram da minha presença, em prol de um objetivo maior.

Resumo da Dissertação apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.)

AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO NO CENTRO CIRÚRGICO DO HOSPITAL
UNIVERSITÁRIO DA UFRJ (HUCFF) UTILIZANDO A ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE
DADOS (DEA) E SIMULAÇÃO

Nilson Trevisan Torres

Março/2007

Orientador: Marcos Pereira Estellita Lins

Programa: Engenharia de Produção

Nesta pesquisa, de cunho eminentemente documental, o centro cirúrgico do Hospital Clementino Fraga Filho (HUCFF) foi estudado sob o critério da eficiência técnica através da utilização das seguintes ferramentas de Pesquisa Operacional: Simulação e Análise Envoltória de Dados (DEA).

Com o propósito de demonstrar a tese de que a influência do ambiente operacional nas condições de eficiência técnica de hospitais pode ser avaliada mediante a utilização da Simulação e de fronteiras de eficiência construídas em conjunto com a Análise Envoltória de Dados (DEA), foi desenvolvido o Modelo SIMDEA (ou de Duas Fases) para o centro cirúrgico do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho, cuja variante empírica foi criada a partir de dados disponibilizados pela própria Direção do hospital, no decorrer deste estudo.

O modelo proposto é inovador e relevante, do ponto de vista teórico e metodológico, uma vez que permite avaliar os componentes da eficiência técnica observados no centro cirúrgico do hospital. Os resultados de sua aplicação permitem (i) à Direção, conhecer o desempenho de seu centro cirúrgico, bem como tomar providências para aumentar a sua produtividade e, assim, torná-lo eficiente face às características de seu ambiente operacional; e, (ii) à sociedade, avaliar, com maior precisão, a efetividade do hospital no atendimento de suas necessidades de assistência à saúde no centro cirúrgico do HUCFF.

Abstract of Dissertation presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M. SC.).

EVALUATION OF PERFORMANCE AT THE SURGICAL CENTER OF THE
ACADEMIC HOSPITAL OF UFRJ (HUCFF) USING THE DATA ENVELOPMENT
ANALISYS (DEA) AND SIMULATION

Nilson Trevisan Torres

March/2007

Advisor: Marcos Pereira Estellita Lins

Department: Production Engineering

In this research, of eminently documental mark, the surgical center of Hospital Clementino Fraga Filho (HUCFF) was studied under the criteria of the technical efficiency through the utilization of the following tools of Operational Research: Simulation and Data Envelopment Analysis (DEA).

With the purpose of demonstrating the thesis that the influence of the operational environment in hospitals technical efficiency terms can be evaluated by means of the simulation utilization and of efficiency borders built together with the Data Envelopment Analysis (DEA), was developed the SIMDEA Model (or Two Phases) for the surgical center of University Hospital Clementino Fraga Filho, whose empiric variant was created given starting from made available by hospital own Direction, during this study.

The proposed model is innovative and important, of the theoretical and methodological point of view, once it allows to evaluate the components of the technical efficiency observed at the centre surgical of hospital. The results of its application allow (i) to the Direction, know the performance of your surgical center, as well as take steps to increase its productivity and, this way, turn him efficient side to the characteristics of your operational environment; and, (ii) to the society, evaluate, with larger precision, the hospital effectiveness in the assistance of their needs to assistance to the at the surgical center of HUCFF.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Esquematização do Delineamento da pesquisa	9
Figura 2 - Etapas da simulação (extraído de BANKS – 1996)	24
Figura 3 – Modelos CCR Básico	37
Figura 4 – Modelo BCC Básico	40
Figura 5 – A Organização Hospitalar do Centro Cirúrgico do HUCFF	42
Figura 6 – Quantitativos de Cirurgias Programadas, por Especialidade, no Período compreendido entre JAN/2005 a AGO/2006	48
Figura 7 – Evolução Mensal do Número de Cirurgias Programadas no Período compreendido entre JAN/2005 a AGO/2006	48
Figura 8 – Quantitativos de Cirurgias Efetivas, por Especialidade, no Período compreendido entre JAN/2005 a AGO/2006	49
Figura 9 – Evolução Mensal do Número de Cirurgias Efetivas no Período compreendido entre JAN/2005 a AGO/2006	50
Figura 10 – Quantitativos de Cirurgias de Emergência, por Especialidade, no Período compreendido entre JAN/2005 a AGO/2006	51
Figura 11 – Evolução Mensal do Número de Cirurgias de Emergência no Período compreendido entre JAN/2005 a AGO/2006	51
Figura 12 – Quantitativos de Suspensões de Cirurgias no Período compreendido entre JAN/2005 a AGO/2006	52
Figura 13 – Evolução Mensal do Número de Suspensões de Cirurgias no Período compreendido entre JAN/2005 a AGO/2006	52
Figura 14 – Evolução Mensal do Número de Cirurgias Efetivas no Período compreendido entre JAN/2005 a AGO/2006	53
Figura 15 – Distribuição Ajustada para o Tempo Médio de Duração de uma Cirurgia Cardíaca	66
Figura 16 – Distribuição para o Tempo Médio de Duração de uma Cirurgia Geral.....	66
Figura 17 – Distribuição para o Tempo Médio de Duração de uma Cirurgia de Ginecologia	67
Figura 18 – Distribuição para o Tempo Médio de Duração de uma Neurocirurgia.....	67
Figura 19 – Distribuição para o Tempo Médio de Duração de uma Cirurgia de Oftalmologia	67
Figura 20 – Distribuição para o Tempo Médio de Duração de uma Cirurgia Oral.....	68
Figura 21 – Distribuição para o Tempo Médio de Duração de uma Cirurgia de Otorrinolaringologia	68

Figura 22 – Distribuição Ajustada para o Tempo Médio de Duração de uma Cirurgia de Ortopedia.....	69
Figura 23 – Distribuição Ajustada para o Tempo Médio de Duração de uma Cirurgia de Pediatria	69
Figura 24 – Distribuição Ajustada para o Tempo Médio de Duração de uma Cirurgia Plástica.....	69
Figura 25 – Distribuição Ajustada para o Tempo Médio de Duração de uma Cirurgia de Proctologia.....	70
Figura 26 – Distribuição Ajustada para o Tempo Médio de Duração de uma Cirurgia de Tórax	70
Figura 27 – Distribuição Ajustada para o Tempo Médio de Duração de uma Cirurgia de Urologia	71
Figura 28 – Distribuição Ajustada para o Tempo Médio de Duração de uma Cirurgia Vascular.....	71
Figura 29 – Distribuição Ajustada para o Tempo Médio de Duração de uma Cirurgia de Hemodinâmica.....	72
Figura 30 – Distribuição Ajustada para o Tempo Médio de Duração de uma Cirurgia de Transplante de Córnea.....	72
Figura 31 – Distribuição Ajustada para o tempo Médio de Duração de uma Cirurgia de Transplante de Medula.....	73
Figura 32 – Distribuição Ajustada para o Tempo Médio de Duração de uma Cirurgia de Transplante Renal	73
Figura 33 – Distribuição Ajustada para o Tempo Médio de Duração de uma Cirurgia de Transplante de Pâncreas e Pulmão	74
Figura 34 – Distribuição Ajustada do Somatório do Número de Cirurgias Efetivas e de Emergência Obtida dos Dados Primários do Centro Cirúrgico no Período entre JAN/2005 a AGO/2006.....	79
Figura 35 – Análise Estatística dos Scores Médios de Eficiência do Modelo Estático	101
Figura 36 – Análise Estatística dos Scores Médios de Eficiência do Modelo Dinâmico	102

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estatísticas Básicas das Causas de Suspensões de Cirurgias observadas no Período entre JAN/2005 a AGO/2006.....	56
Tabela 2 – Síntese da Estatística Básica dos Tempos de Cirurgia Observados no período entre JAN/2005.....	57
Tabela 3 – Disponibilidade atual de Médicos e Residentes no Centro Cirúrgico do HUCFF	61
Tabela 4 – Disponibilidade Diária de Técnicos de Enfermagem e Cirúrgicos no HUCFF	62
Tabela 5 – Composição das Equipes, por Especialidade, atuantes no Centro Cirúrgico do HUCFF	63
Tabela 6 – Salas Dedicadas para as Especialidades Cirúrgicas do HUCFF.....	65
Tabela 7 – Síntese das Distribuições Ajustadas dos Tempos Médios de Cirurgia no HUCFF.....	74
Tabela 8 – Taxas de Utilização dos Recursos Humanos do HUCFF na Configuração Atual Otimizada	76
Tabela 9 – Taxas de Utilização das “Locations” (instalações) do HUCFF na Configuração Atual Otimizada	77
Tabela 10 – Resultados e Estatísticas Básicas para a Entidade Paciente na Configuração Atual Otimizada	79
Tabela 11 – Taxas de Utilização do Pessoal do HUCFF na Configuração Ideal.....	80
Tabela 12 – Taxas de Utilização dos Recursos Físicos do HUCFF na Configuração Ideal	82
Tabela 13 – Resultados para a Entidade Paciente na Configuração Ideal.....	83
Tabela 14 – Aumentos ou Reduções de Recursos Humanos Sugeridos na Configuração Ideal do Centro Cirúrgico do HUCFF.....	85
Tabela 15 – Identificação da Variável TEMPMEDIO para as Diversas Especialidades	91
Tabela 16 – Identificação das Variáveis \$/H para a Configuração Atual do Centro Cirúrgico.....	92
Tabela 17 – Valores da Variável COMPLEX para as Diversas Especialidades	93
Tabela 18 – Identificação das Variáveis \$/H para a Configuração Atual Otimizada	94
Tabela 19 – Identificação das Variáveis \$/H para a Configuração Ideal.....	96
Tabela 20 – Síntese dos Resultados dos Scores de Eficiência do Modelo Estático ...	97
Tabela 21 – Síntese dos Resultados dos Scores de Eficiência do Modelo Dinâmico .	98

Tabela 22 – Classificação de Pontuação do Modelo Estático	103
Tabela 23 – Classificação de Pontuação do Modelo Dinâmico	104
Tabela 24 - Síntese dos Resultados da 1ª Avaliação do Modelo SIMDEA com as Projeções de Eficiência e Distâncias entre as DMUs Originais e as DMUs Artificiais	107

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA.....	iii
AGRADECIMENTOS.....	iv
RESUMO.....	vi
ABSTRACT.....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE TABELAS.....	x
1. REFERENCIAL CONCEITUAL.....	1
1.1 Introdução	1
1.1 Tema	3
1.2 O Problema	4
1.2.1 Antecedentes do Problema	4
1.2.2 Formulação do Problema.....	7
1.2.3 Alcances e Limites	7
1.3 Justificativa.....	7
1.4 Contribuição	8
1.5 Método e Delineamento da Dissertação	8
1.6 Estrutura da Dissertação	9
2. DESEMPENHO E PRODUTIVIDADE EM HOSPITAIS	11
2.1 Ambiente Operacional e Eficiência Técnica Hospitalar.....	11
2.2 Avaliação da Eficiência Técnica Hospitalar.....	13
2.3 Os Processos Produtivos Hospitalares.....	14
3. REFERENCIAL TEÓRICO	18
3.1 As Aplicações de Simulação em Hospitais	18
3.2 A Simulação e suas Etapas	21
3.3 As Aplicações de DEA em Hospitais.....	24
3.3 A Metodologia DEA.....	28
3.3.1 Medidas de Eficiência Técnica em DEA.....	28
3.3.2 Mensuração da Eficiência Técnica em DEA.....	30
3.3.3 Formulações dos Modelos de DEA.....	32
4. METODOLOGIA PROPOSTA.....	41
4.1 Objetivos.....	41
4.1.1 Objetivo Geral	41

4.1.2	Objetivos Específicos	41
4.2	Variáveis	42
4.2.1	Definição Conceitual das Variáveis	44
4.2.2	Variáveis Inicialmente disponíveis.....	45
4.3	Análise do Banco de Dados	46
4.3.1	Cirurgias Programadas	47
4.3.2	Cirurgias Efetivas	49
4.3.3	Cirurgias de Emergência	50
4.3.4	Suspensões de Cirurgias	52
5.	IMPLEMENTAÇÃO DO MODELO DE SIMULAÇÃO	58
5.1	Componentes da Simulação	58
5.2	O Modelo de Simulação Proposto	60
5.2.1	Parâmetros Utilizados no Modelo de Simulação.....	60
5.3	Tempos de Cirurgia	65
5.3.1	Estatísticas Básicas e Distribuições Ajustadas	66
5.4	Análise dos Resultados do Modelo de Simulação Proposto	74
5.4.1	Análise dos Resultados na Configuração Atual Otimizada dos Recursos Humanos do Centro Cirúrgico do HUCFF.....	75
5.4.2	Análise dos Resultados na Configuração Ideal de Recursos Humanos do Centro Cirúrgico do HUCFF	80
5.5	Considerações Finais dos Resultados da Simulação	84
6.	IMPLEMENTAÇÃO DOS MODELOS DE DEA.....	87
6.1	Pressupostos e Parâmetros dos Modelos de DEA Utilizados nesta Pesquisa.....	87
6.2	Os Modelos Empíricos de DEA: Estático e Dinâmico	89
6.2.1	O Modelo Empírico Estático	90
6.2.2	O Modelo Empírico Dinâmico	93
6.2.2.1	A Configuração Atual Otimizada.....	94
6.2.2.2	A Configuração Ideal.....	95
6.2.3	Análise dos Resultados dos Modelos Empíricos Estático e Dinâmico	96
6.2.4	Análise Estatística dos Resultados dos Modelos Estático e Dinâmico	100
6.3	O Modelo SIMDEA	105
7.	PESQUISAS FUTURAS.....	109
8.	CONCLUSÃO.....	110

1. REFERENCIAL CONCEITUAL

O presente capítulo tem por finalidade introduzir a Dissertação ora apresentada, contextualizar o tema em estudo, identificar o problema, abordar os conceitos envolvidos na problemática em questão e apresentar as justificativas para a realização do trabalho, bem como destacar as contribuições que a pesquisa pretende apresentar para o Hospital Universitário Clementino Fraga Filho (HUCFF) da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Por fim, apresenta-se o método da pesquisa e a estrutura da Dissertação.

1.1 Introdução

A realização de análise de eficiência no setor saúde é tarefa essencial do setor público. O setor saúde é um dos principais receptores de recursos públicos e tem como missão cuidar do mais precioso valor humano: a vida. Essa tarefa obrigatória é, portanto, um pré-requisito indispensável para a formulação de políticas públicas de saúde, na medida em que relaciona resultados obtidos e os escassos recursos sociais colocados à disposição.

Em uma perspectiva administrativa, entender a estrutura de custo dos hospitais e a sua ineficiência¹ na utilização dos recursos disponíveis são questões cruciais para a elaboração de políticas de plano de saúde, e ainda fornece substanciais subsídios na tomada de decisões com o orçamento disponível. Provavelmente a mais alta eficiência operacional nos hospitais públicos deve ser encontrada naqueles onde existe um controle criterioso dos custos de serviços médicos, e conseqüentemente o fornecimento de uma maior disponibilidade de serviços, com o aperfeiçoamento do acesso ao público.

A economia da saúde existe porque os recursos são limitados e as necessidades de saúde não. Em face desta limitação, combinar os recursos escassos da maneira mais eficiente, fazer o melhor e, dessa forma, engendrar a melhoria da

¹ Para o conceito de DEA (Análise Envoltória de Dados), um hospital é relativamente mais eficiente se produzir a mesma quantidade de saídas com uma quantidade menor de entradas; ou alternativamente, se ele produzir mais saídas com a mesma quantidade de entradas; o conceito de ineficiência será o oposto.

qualidade de vida das pessoas: este é o papel da Economia da Saúde, motivação para a elaboração desta Dissertação.

O fato desta escassez de recursos disponibilizado ao setor, explica o interesse crescente dos gestores de sistemas hospitalares públicos e privados, e também da sociedade em geral, pela avaliação do desempenho das organizações que prestam a assistência à saúde, a fim de verificar se os recursos estão sendo devidamente utilizados, bem como de apontar caminhos para a melhoria desta assistência. Este interesse é evidenciado pela publicação de inúmeros estudos associados à avaliação de desempenho de hospitais, e em especial no desempenho de sistemas hospitalares públicos e privados.

É também desejável que não se atribua à metodologia qualquer conteúdo prescritivo, o que é um vício comumente incorrido quando se faz uso de “indicadores” de eficiência ou de desempenho. Deve-se, antes, privilegiar a representação da complexidade em vez de diagnósticos relativos à eficiência e a tendência da melhoria sugerida. A propósito, deve ser enfatizado que a metodologia a ser empregada tira partido do conjunto de informações disponíveis e associa medidas sintéticas de eficiência às *best practices* extraídas dos casos observados e dos resultados da simulação (DMUs artificiais).

Em terceiro lugar, é necessário que a metodologia também atenda a alguns requisitos de operacionalização. O autor acredita que o uso da Análise Envoltória de Dados (DEA - *Data Envelopment Analysis*) com os dados primários obtidos no próprio centro cirúrgico do HUCFF de suas especialidades cirúrgicas, em conjunto com as DMUs artificiais obtidas através dos resultados da Simulação, ao reconhecer a multiplicidade de serviços das especialidades cirúrgicas avaliadas, e ao oferecer medidas sintéticas de eficiência e de consistência na utilização de *inputs* para a produção de *outputs*, já é capaz de representar e informar a atores relevantes a existência de problemas administrativos e gerenciais de algum porte.

Isto compatibiliza o exercício avaliativo com o objetivo de aprimorar o gerenciamento interno de unidades avaliadas. Ao tirar partido do conjunto de informações disponíveis, os resultados da Simulação, em conjunto com a análise de DEA, também incentivam o inventariamento de serviços oferecidos pelas unidades avaliadas. E, ainda, ao associar medidas sintéticas de eficiência a *benchmarks*² extraídos das DMUs artificiais, existe o incentivo à adesão de outras unidades

² O *Benchmarking* é um processo sistemático e contínuo de avaliação dos produtos, serviços e processos de trabalho de organizações que são reconhecidas como representantes das melhores práticas, com a finalidade de introduzir melhorias na organização.

hospitalares às avaliações e a outros mecanismos de coordenação e de incentivo que utilizem a metodologia abordada.

Por fim, é importante esclarecer que a solução encontrada para alcançar o objetivo desta Dissertação, a construção do Modelo SIMDEA (ou de Duas Fases), foi necessária a criação de três modelos: um modelo de Simulação do centro cirúrgico do HUCFF (1ª fase); e dois modelos intermediários de DEA, respectivamente o Modelo Estático e o Modelo Dinâmico – onde este último já incorpora os resultados da simulação. O Modelo SIMDEA (ou de Duas Fases) proposto utiliza os dados primários obtidos no HUCFF e os resultados da simulação, representados pelas DMUs artificiais, como *benchmarks* para as DMUs originais - 2ª fase.

1.1 Tema

Esta pesquisa tem como tema a avaliação da produtividade hospitalar das especialidades que atuam no centro cirúrgico do HUCFF sob o prisma da eficiência técnica e sua possível direção, entendendo-se que:

- **Eficiência Técnica** - é um critério econômico, utilitário, que revela a capacidade administrativa de produzir o máximo de resultados com o mínimo de recursos, energia e tempo;
- **Modelo** - é uma representação simplificada de um sistema. Um modelo adaptado para simulação em um computador é conhecido como modelo de simulação em computador ou modelo de simulação; o mesmo ocorre para um modelo de DEA;
- **Produtividade** - é a razão entre a soma agregada das quantidades de “produtos úteis” gerados e a soma agregada de quantidades de “recursos úteis” consumidos, adotando-se, como pesos de agregação, as utilidades destes produtos e recursos, representadas pelos correspondentes preços de mercado ou pelos seus valores sociais;
- **Simulação** – é um processo de experimentação com um modelo de um sistema real para determinar como o sistema responderá a mudanças em sua estrutura, ambiente ou condições de contorno; e

Como sistema aberto, o hospital possui uma fronteira imaginária separando o ambiente interno do ambiente externo. O ambiente externo agrega os fatores demográficos, geográficos, políticos, legais, econômicos, sociais, tecnológicos, sanitários e epidemiológicos que circunscrevem o hospital, os quais estabelecem as diversas demandas para cada tipo de cirurgia; o ambiente externo não será abordado nesta pesquisa, em função da complexidade que o circunscreve, e ainda a difícil mensuração de seus efeitos.

Ao contrário dos componentes do ambiente externo, os componentes do ambiente interno normalmente têm impacto direto e específico na capacidade gerencial da Direção para administrar as atividades de seu centro cirúrgico.

Como responsável por todas as decisões que envolvem o planejamento, a organização, direção, coordenação e controle das atividades hospitalares, sempre caberá à Direção do hospital a tomada de decisão finalística e especializada sobre as combinações dos recursos a serem consumidos e dos serviços a serem gerados no hospital e, em particular, sobre a tecnologia médico-assistencial empregada. Portanto, a responsabilidade final da Direção corresponde à definição das condições de eficiência técnica que caracterizam o hospital, e que é requerida para a sua manutenção e sobrevivência no sistema de assistência a saúde em que está inserido.

1.2 O Problema

1.2.1 Antecedentes do Problema

Atualmente, tanto os hospitais privados como públicos estão sendo submetidos a avaliações que analisam os aspectos relacionados à qualidade e à eficiência. ESPIGARES *apud* CALVO (2003), estruturou um método de avaliação do desempenho produtivo hospitalar considerando as etapas do processo administrativo como a alocação de insumos, a geração de produtos intermediários como leitos disponibilizados e alimentação oferecida, a geração de melhorias dos níveis de saúde pública entre outras. Essa visão sistêmica do hospital é, sob o prisma produtivo, seu grande mérito, incorporando na avaliação dos hospitais aspectos econômicos fundamentais para uma avaliação consistente e robusta.

No Brasil, este tipo de avaliação vem sendo implementada de forma tímida, generalizada e concentrada em grandes centros, como por exemplo:

- a. O Programa de Estudos Avançados em Administração Hospitalar e Sistema de Saúde (PROHASA/São Paulo) que coleta dados referentes à caracterização do estabelecimento, mão-de-obra, pacientes/dia, taxa de ocupação, consumo de energia, água, gás e oxigênio, roupa lavada, número de exames e outros procedimentos, número de cirurgias, partos, cesáreas, número de refeições servidas, consultas ambulatoriais, entre outros dados;
- b. A Organização Pan-Americana da Saúde/OMS traz contribuições importantes para a avaliação da qualidade da organização da assistência médica e áreas de apoio, documentação física, estrutura física funcional e

instalações, através da publicação dos padrões e indicadores de qualidade para os hospitais;

- c. O Programa de Controle de Qualidade do Atendimento Médico-Hospitalar do Estado de São Paulo produz manuais de orientação aos hospitais participantes que, e por esta razão cede estudos que mais se aproximam da pesquisa relatada nesta dissertação.

No tocante aos hospitais universitários federais, sua grande maioria foi criada na década de 1960, tendo como fonte de recursos as verbas do SUS e do Ministério de Educação (MEC). A gestão destes hospitais depende de um Conselho Hospitalar e da Direção de cada hospital nomeada pela Reitoria da Universidade à qual ele pertence. De acordo com GROSSKOPF (2001), como estes hospitais oferecem treinamento de profissionais da área de saúde, além dos serviços de assistência à saúde, eles têm custos mais elevados que os hospitais que não contemplam ensino.

Para MARINHO (2001), a missão destes Hospitais demanda do conjunto altamente divergente e complexo de atividades: a realização de consultas médicas, exames laboratoriais, diagnósticos clínicos e tratamentos ambulatoriais; o planejamento e a execução de internações e intervenções cirúrgicas; as práticas do ensino e da pesquisa; e o treinamento e formação de profissionais de saúde.

Os hospitais universitários federais brasileiros (HUs) representam papel importante na formação e treinamento de recursos humanos na área da saúde.

Segundo MARINHO (2001), em 1999, os 45 HUs tinham pouco mais de 6.600 leitos, realizavam cerca de 12 milhões de consultas, 390 mil internações e 500 mil cirurgias. No ano de 2006, as receitas totais deles somaram cerca de R\$ 600 milhões.

Comprovadamente, os recursos de capital de maior impacto na produção dos hospitais universitários são as especialidades cirúrgicas (alvo desta Dissertação), os ambulatorios, e os demais itens do patrimônio do hospital.

O hospital universitário é uma organização peculiarmente complexa. Sua missão organizacional primordial é recuperar, manter e incrementar os padrões de saúde de seres humanos, paralelamente à dedicação ao ensino e a pesquisa. Esta missão demanda um conjunto altamente divergente e complexo de atividades, tais como: a realização de atendimentos; exames; diagnósticos; tratamentos; o planejamento e execução de internações e intervenções cirúrgicas; as práticas do ensino e pesquisa e a formação de profissionais de saúde.

Para o MEC e o Ministério da Saúde são considerados hospitais universitários aqueles que abrigam, formalmente, atividades curriculares de internato da totalidade dos estudantes de pelo menos um curso de medicina e promovam atividades curriculares de um outro curso de graduação superior na área de saúde. Outra

exigência é a de que o hospital reserve, pelo menos, 70% dos leitos para os procedimentos do Sistema Único de Saúde (SUS).

Esta rede de hospitais é composta atualmente de 45 unidades pertencentes a 29 Instituições Federais de Ensino localizadas em vinte estados e no Distrito Federal. Os Hospitais Universitários - HU são unidades de saúde, únicas em algumas regiões do País, capazes de prestar serviços altamente especializados, com qualidade e tecnologia de ponta, à população, garantindo, também, o suporte técnico necessário aos programas mantidos por diversos centros de referência estaduais ou regionais e à gestão de sistemas de saúde pública, de alta complexidade e de elevados riscos e custos operacionais.

A avaliação do desempenho de hospitais universitários é atividade de vital importância para a administração dessas instituições, quer no que se refere ao objetivo de otimizar a utilização dos seus recursos, quer como prática capaz de apontar erros e direcionar caminhos em busca da melhoria contínua dos seus serviços de assistência à saúde.

Neste contexto, o centro cirúrgico do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho (HUCFF), vinculado à Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), foi eleito como alvo desta pesquisa. O HUCFF é particularmente complexo, pois ocupa cerca de 110.000 m² quadrados de área construída, e concentra todos os elementos essenciais à promoção e ao desenvolvimento da saúde pública: assistência à população, ensino qualificado e pesquisa científica.

Atuam neste hospital aproximadamente 3.513 profissionais, entre professores, médicos, enfermeiros e pessoal administrativo e de apoio, grupo este que ainda é reforçado por cerca de 200 médicos residentes e mil estudantes de medicina, entre outros integrantes da comunidade acadêmica hospitalar, o qual se caracteriza pela multidisciplinaridade. Dos serviços ambulatoriais, exames dos mais variados, internação, até as cirurgias, o hospital provê atendimento ambulatorial para cerca de 300.000 pacientes por ano e realiza uma média de cerca de 10.000 procedimentos cirúrgico por ano.

O centro cirúrgico do HUCFF ocupa um andar inteiro neste hospital, sendo composto de vinte e uma (21) salas de cirurgia e uma infinidade de salas de apoio, onde atuam vinte (20) especialidades cirúrgicas, as quais qualificam o HUCFF como sendo um hospital de alta complexidade.

1.2.2 Formulação do Problema

A solução do problema - como avaliar o desempenho do centro cirúrgico do HUCFF e mensurar sua eficiência técnica? – fundamentou-se no Modelo de Avaliação SIMDEA (ou de Duas Fases) desenvolvido para o próprio HUCFF, o qual consiste de um Modelo de Simulação, o qual possibilitou a criação de DMUs artificiais – primeira fase, e posteriormente com análises de DEA da sua eficiência técnica – segunda fase, a qual propicia a construção de fronteiras de eficiência para o centro cirúrgico do hospital.

1.2.3 Alcances e Limites

Trata-se de uma pesquisa para avaliação que se concentra em aspectos relativos à produtividade e a eficiência técnica, embora se reconheça a necessidade de incorporação de outros fatores relacionados à qualidade intrínseca e que, eventualmente, poderia incorporar fatores da qualidade extrínseca da produção hospitalar como um todo.

A avaliação do componente técnico da eficiência justifica-se não somente pela importância econômica deste critério, mas também pela carência de dados que possibilite ampliar a análise do desempenho das especialidades cirúrgicas para incluir outros critérios, como o da eficácia (cumprimento de metas), o da efetividade (atendimento as necessidades e aos anseios sociais) e o da relevância – satisfação das expectativas das pessoas envolvidas nos processos assistenciais hospitalares. Portanto, o modelo que será proposto focaliza apenas um aspecto do desempenho produtivo hospitalar, ou seja, a sua eficiência técnica.

Neste modelo o hospital é focalizado sob o prisma das atividades médico-assistenciais desenvolvidas apenas em seu centro cirúrgico, não contemplando, assim, as atividades dos demais subsistemas hospitalares, bem como aquelas relativas à assistência domiciliar, considerando que esta última não é desenvolvida neste hospital.

Embora o Modelo SIMDEA seja de aplicação a centros cirúrgicos de um modo geral, a sua variante empírica foi uma aplicação específica ao HUCFF, para o período compreendido entre o início de janeiro de 2005 até o final de agosto de 2006, de acordo com os dados coletados no HUCFF.

1.3 Justificativa

A avaliação da produtividade hospitalar dos centros cirúrgicos é justificada por três motivos. O primeiro refere-se ao elevado custo da assistência hospitalar provida

pelo centro cirúrgico em relação ao custo total da assistência à saúde promovida pelo hospital.

O segundo decorre do primeiro e diz respeito ao custo de oportunidade, pois decréscimos nos custos da assistência hospitalar em seu centro cirúrgico reduzem as despesas com a assistência à saúde, gerando economias que podem ser alocadas para outras atividades relacionadas, como por exemplo, à promoção da saúde e a prevenção de doenças para a população da área de abrangência do hospital.

O terceiro motivo advém do fato dos gestores dos sistemas de assistência à saúde utilizarem os resultados para avaliar o impacto de suas políticas nos serviços hospitalares e, assim, terem melhores condições para reavaliar as prioridades e identificar desequilíbrios operacionais nas práticas observadas em seu centro cirúrgico.

1.4 Contribuição

A contribuição desta pesquisa científica poderá advir através da possibilidade da Direção do hospital monitorar suas próprias ações em seu centro cirúrgico, comparando o desempenho entre as diversas práticas ali observadas e as tendências de uma possível melhoria, e ainda estabelecer metas, comparando estes resultados com o dos demais hospitais que integram o mesmo sistema de assistência à saúde.

1.5 Método e Delineamento da Dissertação

Quanto ao método de procedimento, atitude mais concreta em relação ao fenômeno, esclarecendo acerca dos procedimentos utilizados, esta Dissertação, em um primeiro momento, adotou o método Estatístico, o qual se fundamenta na aplicação da teoria estatística da probabilidade e constitui-se num importante auxílio para a pesquisa. A técnica utilizada para agregar as informações distribuídas em todo o sistema e automatizar o processo de decisão foi a Simulação. Finalmente, a técnica empregada para construir as fronteiras de eficiência hospitalar foi a Análise Envoltória de Dados (DEA).

O último passo desta pesquisa foi representado pela aplicação empírica do Modelo SIMDEA (ou de Duas Fases) ao banco de dados fornecidos pelo HUCFF, com a incorporação de DMUs artificiais criadas com os resultados fornecidos pela simulação. A Figura 1 esquematiza o delineamento da pesquisa.

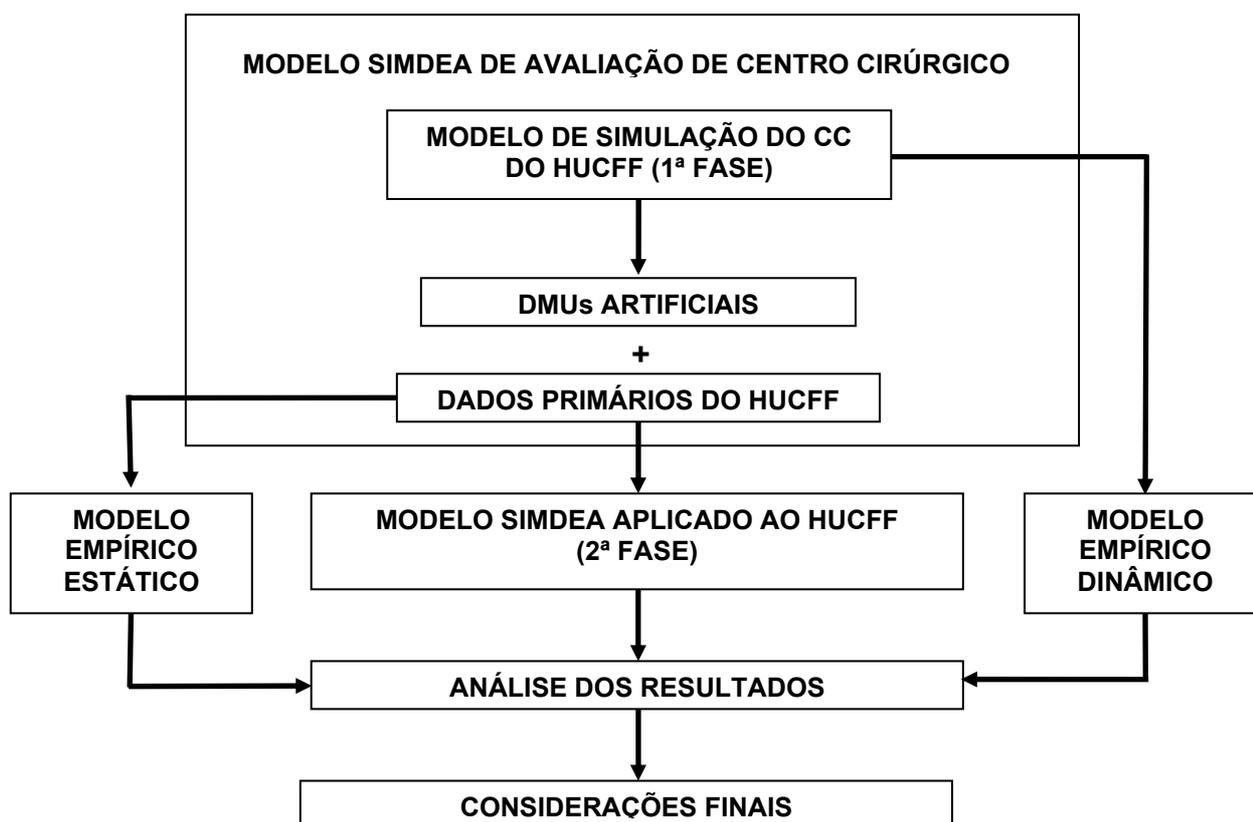


Figura 1 – Esquematização do Delineamento da Pesquisa

1.6 Estrutura da Dissertação

O planejamento e a execução desta pesquisa científica fazem parte de um processo sistematizado que compreende 8 (oito) etapas distintas, que são traduzidas em referenciais, cujos elementos constitutivos formam os capítulos da Dissertação de Mestrado. Esta metodologia científica é uma adaptação de RODRIGUES (2005).

Este primeiro capítulo tem por finalidade colocar o leitor a par da problemática que envolve o estudo, sendo apresentados: o tema selecionado; o problema (antecedentes do problema, a formulação do problema propriamente dito e os seus alcances e limites); a justificativa da importância de execução da Dissertação; a contribuição que a investigação poderá dar para a área específica do conhecimento em questão; o método e o delineamento da pesquisa adotada.

O problema de pesquisa é contextualizado e fundamentado teoricamente no capítulo 2, o qual descreve a necessidade de se considerar fatores do contexto em que o hospital está inserido para se avaliar o impacto do ambiente nas condições de eficiência técnica das especialidades que atuam no centro cirúrgico do HUCFF. Ainda neste mesmo capítulo, diluído em seus itens, é realizada uma revisão da literatura sobre a avaliação de desempenho em hospitais.

No capítulo 3 encontra-se um breve referencial teórico das ferramentas de Pesquisa Operacional que serão utilizadas intensivamente nesta pesquisa: a Simulação e a Análise Envoltória de Dados (DEA).

O capítulo 4 apresenta, detalhadamente, como se pretende realizar a pesquisa e solucionar o problema. A metodologia foi exposta de modo suficientemente claro e detalhado, para que o leitor seja capaz de reproduzir, se necessário for, o aspecto essencial do estudo. Nesta etapa, foram especificados os procedimentos necessários para se obter as informações de interesse e analisá-las.

A implementação do Modelo de Simulação, seus parâmetros e considerações encerram-se no capítulo 5.

A implementação dos Modelos de Avaliação de DEA está detalhadamente descrita no capítulo 6. Ainda neste capítulo são apresentados os resultados da aplicação dos Modelos Intermediários Empíricos Estático e Dinâmico; por fim apresenta-se o Modelo SIMDEA, seus pressupostos e resultados.

O capítulo 7 traz as sugestões para as Pesquisas Futuras e, o capítulo 8, a Conclusão final da pesquisa. Finalmente seguem as referências bibliográficas, e os apêndices.

O Apêndice “A” traz o banco de dados inicialmente utilizado nesta pesquisa; sua análise estatística univariada e bivariada, onde foram obtidos importantes resultados, como a identificação dos *outliers* e as correlações entre as variáveis envolvidas, análises estas que se encerram no Apêndice “B”.

No Apêndice “C” pode ser verificada a planta física adaptada do centro cirúrgico do HUCFF, utilizada como *Background* no Modelo de Simulação proposto.

O Apêndice “D” expõe os resultados tabulados e visualização das fronteiras de produção fornecidas pelo programa IDEAL® para os Modelos de DEA.

2. DESEMPENHO E PRODUTIVIDADE EM HOSPITAIS

Os hospitais inserem-se, de forma intencional ou espontânea, em sistemas de assistência à saúde, que são constituídos de diversos tipos de organizações que prestam serviços de saúde de diferentes níveis de assistência, tecnologia e especialização médica, em um determinado espaço geográfico. Os sistemas de saúde distinguem-se pelos seguintes componentes: recursos (físicos, humanos, e tecnológicos); a forma de organização (unidades, redes); financiamento (fontes, volume e forma de distribuição e utilização dos recursos financeiros), natureza (pública ou privada); estrutura organizacional (centralizada ou descentralizada); modelo de gestão; e o perfil de prestação de serviços à população (relação entre oferta e demanda, com as necessidades de saúde).

Nos sistemas de assistência à saúde, cabe aos hospitais a assistência mais complexa, ou seja, aquela cujos serviços são os de mais alto nível de especialização médica e de maior intensidade tecnológica. Os serviços hospitalares de assistência à saúde são executados em unidades ambulatoriais, centros cirúrgicos e de emergência, podendo também ser realizados nas unidades de internação do próprio hospital, ou dependendo do caso, no domicílio do paciente.

2.1 Ambiente Operacional e Eficiência Técnica Hospitalar

No modelo de assistência que prevalece na maioria dos hospitais brasileiros, cada paciente corresponde a um processo de assistência à saúde único, conduzido sob a responsabilidade do médico, que decide sobre a admissão, o diagnóstico, a orientação do tratamento do ponto de vista médico, e a alta do paciente. Os demais profissionais de saúde participam desse processo médico - assistencial, com seu próprio processo de trabalho ou subordinados ao processo de trabalho do médico, dependendo da estrutura organizacional.

O desempenho do processo de assistência à saúde realizado no hospital é de difícil mensuração, tendo em vista as dificuldades de avaliar as mudanças ocorridas nas condições de saúde dos pacientes, individualmente, e da população, em geral, devido (i) a carência de dados e de sistemas de informação que permitam o registro de informações relevantes e acessíveis sobre as condições anteriores e posteriores à assistência hospitalar e, (ii) a dificuldade de se isolar a contribuição da assistência à

saúde realizada no hospital do impacto dos demais fatores que contribuem para as condições de saúde do paciente e da população.

Em consequência disto, os estudos de desempenho hospitalar costumam utilizar, como variáveis de produção, os produtos hospitalares, isto é, os serviços gerados no processo médico-assistencial, principalmente aqueles relacionados ao processo de trabalho do médico, uma vez que dependem dele a entrada, o diagnóstico formal e a alta do paciente. Estes produtos são geralmente expressos na forma de número de internações, pacientes-dia, pacientes tratados, pacientes diagnosticados, procedimentos realizados (tais como exames laboratoriais, radiológicos e transfusões) bem como os produtos específicos do processo de assistência à saúde relacionados ao *case-mix* (casuística) hospitalar e adotados pelos sistemas de saúde como base de pagamento pelos seus serviços prestados, a exemplo de tratamentos clínicos e cirúrgicos relacionados às diversas patologias e assistência ao parto.

A eficiência técnica é o critério que caracteriza a capacidade do hospital maximizar a produção com o menor consumo possível. Ela está relacionada com a qualidade intrínseca do produto, pois se refere ao atendimento das suas especificações ou a ausência de falhas (desperdícios) na geração deste produto, consideradas sob o ponto de vista interno a organização (JURAN; GRAYNA, 1991). Os desperdícios de recursos e de tempo elevam os custos de produção e, conseqüentemente, o preço do produto ou do serviço.

Por conseguinte, o critério da eficiência representa uma dimensão a ser imprescindivelmente considerada em toda avaliação de desempenho hospitalar. Este critério é econômico e relaciona-se a maximização dos objetivos produtivos, a exemplo da maximização do lucro ou da maximização dos valores sociais, em relação aos recursos limitados (SIMON, 1957).

Sob o prisma econômico, uma especialidade cirúrgica é Pareto-Koopmans eficiente do ponto de vista técnico quando: (i) o aumento da quantidade gerada de algum produto requerer a diminuição da quantidade gerada de outro produto, ou o aumento da quantidade consumida de algum recurso, bem como, (ii) a diminuição da quantidade consumida de algum recurso requer o aumento da quantidade consumida de outro recurso ou a redução da quantidade gerada de algum produto (FRIED *et al*, 1993).

As condições de eficiência técnica hospitalar do centro cirúrgico sofrem a influência de fatores do seu ambiente operacional. Como as decisões da Direção do hospital devem estar fundamentadas na racionalidade organizacional, elas são tomadas considerando que os processos produtivos executados nos subsistemas hospitalares estão em contínua interação. Estas idéias se fundamentam na abordagem

contingencial da administração, que se originou de pesquisas sobre a relação entre a organização e o seu ambiente, e que se apóia na teoria sistêmica, uma vez que enfatiza a interação entre as partes que compõem um sistema e a relação dessas com o ambiente (FERREIRA; REIS ; PEREIRA, 1997).

Segundo a abordagem contingencial, não há uma (única) melhor maneira de se estruturar uma organização, pois tudo depende da relação funcional entre o ambiente e as ações gerenciais apropriadas para o alcance dos objetivos organizacionais, na qual os fatores ambientais externos são variáveis independentes e a ação gerencial é a variável dependente. Embora não se possa afirmar que haja uma relação de causalidade direta entre variáveis, pode-se afirmar que existe uma relação causal do tipo “se então”, que caracteriza, por exemplo, as decisões da Direção sobre a alocação de recursos para gerar serviços de assistência à saúde serem contingentes às características dos fatores ambientais.

Por conseguinte, dependendo do ambiente operacional adotado na análise da eficiência técnica relativa, as especialidades cirúrgicas podem ser favorecidas ou prejudicadas quando seu desempenho é avaliado quanto à gestão de sua Direção, uma vez que a ineficiência técnica relativa identificada pode ter sido causada por fatores ambientais não considerados na análise e não, necessariamente, pela inabilidade gerencial de sua Direção em alocar os recursos disponíveis aos setores diretamente envolvidos.

Percebe-se, em alguns estudos de avaliação de eficiência por Análise Envoltória de Dados (FRIED *et al.*, 1993; HUGHES; YAISAWARNG, 2000; KUO *et al.*, 2000; e FRIED *et al.*, 2002), uma tendência crescente em desenvolver técnicas para incorporar na análise de produtividade de organizações um número razoável de variáveis representativas de fatores ambientais, com o propósito de enriquecer os resultados da avaliação, bem como de aproximar mais os estudos da realidade, a fim de que possibilitem a generalização dos resultados para um contexto mais amplo.

2.2 Avaliação da Eficiência Técnica Hospitalar

Uma avaliação pode ser realizada por diferentes métodos e abordagens, cuja seleção depende do objeto, da finalidade da avaliação, do conhecimento e da experiência do avaliador, bem como da alçada decisória a quem se destinam os resultados. Há várias formas de classificação de estudos de avaliação em saúde; dentre elas, destacam-se as de DONABEDIAN (1993), e NOVAES (2000) por sintetizarem boa parte do conhecimento e das possibilidades de investigação nesta área, bem como por sua amplitude de aplicação.

DONABEDIAN (1993) sistematizou em três as abordagens para a avaliação em saúde: avaliação de estrutura, avaliação de processos e avaliação de resultados. A primeira tem como foco os atributos dos provedores de serviços de saúde relativos aos atores e fatores utilizados nos processos produtivos, bem como os atributos relativos à estrutura organizacional do hospital. A avaliação de processos considera o provimento da assistência à saúde e o recebimento desta assistência pelos pacientes. Esta abordagem tem como foco a análise técnica e administrativa, que permite o conhecimento, a supervisão e o controle da qualidade do processo de assistência à saúde, fundamentados em padrões pré-estabelecidos de excelência. Já a avaliação de resultados visa à análise de mudanças identificadas nas condições de saúde do paciente e da clientela, de modo geral, incluindo aquisição de conhecimento e mudança comportamental decorrentes da assistência à saúde. As alterações nos perfis epidemiológicos também são estudadas nessa terceira abordagem. O Modelo SIMDEA (ou de Duas Fases) proposto segue a primeira abordagem desta referência, e procura relacionar as melhores práticas evidenciadas pelas DMUs artificiais às práticas das DMUs originais.

2.3 Os Processos Produtivos Hospitalares

O sistema produtivo de um hospital é formado por um elenco enorme e variado de processos produtivos que transformam as condições de saúde específicas de cada paciente internado, de acordo com uma seqüência singular de atividades médico - assistenciais realizadas ou, geralmente, solicitadas pelo médico. Tal seqüência é única e singular, posto que possa variar de médico para médico, além de depender das condições de saúde de cada paciente e dos recursos que o hospital possui. Assim, a tecnologia hospitalar é intensiva (THOMPSON, 1976), pois as combinações de serviços a serem ministrados ao paciente, assim como os recursos a serem empregados nessa assistência à saúde, são determinadas pelas necessidades dos pacientes.

Em síntese, a Direção não tem controle total sobre a produção assistencial hospitalar, nem sobre a execução dos processos médico - assistenciais executados no hospital. Neste contexto, estudos de avaliação do desempenho produtivo de hospitais requerem análises detalhadas e abrangentes sobre a produção e o consumo hospitalar, bem como análises relativas aos processos médico - assistenciais.

Segundo ESPIGARES (1999), para efeito de análise econômica, o hospital deve ser visto como uma empresa prestadora de serviços, e, para isso, é necessário

que se determinem o produto, o processo, o mercado, o preço e a clientela do hospital.

Produtividade é um conceito associado às quantidades dos insumos que uma organização emprega em suas atividades e às quantidades de produtos por ela gerados. Por sua vez, eficiência técnica refere-se à habilidade da organização evitar desperdícios, gerando tantos produtos quanto os insumos utilizados permitem e consumindo as menores quantidades de insumos necessárias para a produção.

Assim, a eficiência técnica é a base para os estudos sobre desempenho produtivo, pois ela, ao informar a relação entre os planos de operação executados e os melhores planos de operação possíveis, em termos de produtividade, dá suporte para o estabelecimento de estratégias gerenciais voltadas para o alcance do melhor desempenho produtivo das organizações.

Esta Dissertação adota a diferenciação entre produto e resultado baseada em Espigares (1999), segundo a qual:

- **Produtos** são gerados pelas atividades médico - assistenciais associadas diretamente às intervenções cirúrgicas, e pelas atividades médico - auxiliares, requeridas para apoio a estes procedimentos. A característica básica dos produtos é que eles são associados a cada paciente individualmente e estão incorporados as suas condições de saúde após a realização da cirurgia; e,
- **Resultados** são as alterações nas condições de saúde da população atendida pelo hospital. Os resultados se caracterizam tanto pela subjetividade como pela dificuldade de mensuração direta. Os resultados podem ser avaliados pelo acompanhamento da evolução temporal de indicadores de saúde coletiva dos tipos: taxa de mortalidade neonatal, taxa de mortalidade materna decorrente de complicações do parto, e aumento da longevidade média da população.

Uma das principais discussões atuais sobre serviços de assistência à saúde relaciona-se a característica de simultaneidade dos processos e produtos. De um modo geral, os serviços hospitalares assistenciais são gerados ao mesmo tempo em que são consumidos. Em conseqüência, o paciente não julga somente o fato do recebimento do serviço assistencial, mas julga também o ato de como ele foi fornecido. Assim, também é necessário considerar os atributos de qualidade dos serviços prestados aos pacientes. Porém, os serviços médico-assistenciais são difíceis de serem avaliados quanto a sua qualidade.

JURAN e GRANA (1991) definem qualidade intrínseca como “o atendimento das especificações, ou ausência de falhas, num aspecto interno a organização”, e

qualidade extrínseca como a adequação ao uso, ou seja: “as especificações devem refletir características no produto que satisfaçam as necessidades dos clientes”. A avaliação da qualidade intrínseca é facilitada quando se trata de produtos que podem ser quantificados e comparados com padrões pré-estabelecidos como ocorre, por exemplo, com os dias de internação, as cirurgias, os diagnósticos, os procedimentos e as altas: há inúmeras técnicas quantitativas conhecidas para este tipo de avaliação.

Por outro lado, na avaliação da qualidade extrínseca, o paciente afere se o serviço recebido possui os atributos que ele considera adequados as suas necessidades. Assim, a avaliação da qualidade extrínseca requer emprego de técnicas de análise qualitativa que captem a percepção dos pacientes sobre tais atributos, cuja relevância pode mudar de paciente para paciente. Além de existir um número reduzido dessas técnicas qualitativas, elas são pouco difundidas no setor hospitalar, e a maioria delas exige dados que não são, usualmente, coletados e, por isto, serão desconsideradas nesta pesquisa.

Em síntese, o modelo proposto considera como produção do centro cirúrgico hospitalar somente os produtos hospitalares tangíveis geráveis por processos produtivos passíveis de avaliação intrínseca.

Como o modelo proposto tem por finalidade gerar informação que permita avaliar a gestão da Direção do hospital no que diz respeito a sua habilidade de alocar eficientemente os recursos hospitalares no provimento de serviços em seu centro cirúrgico, a produção hospitalar é considerada sob a ótica da Direção do hospital.

São dois os tipos de recursos transformadores no modelo proposto: os recursos humanos; e os recursos financeiros. Os primeiros são os médicos e demais profissionais de saúde que participam diretamente da geração dos produtos finais e intermediários. Os recursos financeiros estão associados aos salários pagos a estes profissionais.

Os recursos tecnológicos são, em parte, intangíveis, onde o conhecimento e experiência dos recursos humanos que, sem o suporte tangível dos equipamentos não realizam as ações necessárias, ou só o fazem precariamente.

Neste contexto, entende-se por tecnologia hospitalar a associação dos conhecimentos dos recursos humanos com os procedimentos, métodos e materiais por eles empregados e, no modelo de DEA proposto adotou-se uma variável alternativa, aqui denominada Aporte Tecnológico, o qual assume uma escala de 1 a 3, e que procura refletir o nível de complexidade associado às diversas especialidades cirúrgicas do HUCFF, como critério de ponderação dos recursos tecnológicos associados. Desta forma, foram identificados grupos de procedimentos cirúrgicos semelhantes, pelo uso de técnicas de agrupamento de TMI (Taxa de Mortalidade

Institucional), a partir dos resultados do trabalho técnico realizado por LOBO (1999), o qual teve como base de elaboração as seguintes considerações:

- i. informações contidas no Livro de registro de Óbitos do HUCFF, o qual serve para o controle da retirada dos atestados de óbito na instituição, e que possui uma numeração cuidadosa, além de dados de identificação do paciente (nome), *causa mortis*, data do óbito e assinatura do médico responsável; e
- ii. fontes de informações sobre a mortalidade ocorrida no HUCFF no período de 1996 a 1998, entre elas, o SAA/DSC/HUCFF, o Sistema Nacional de Mortalidade (SIM) e o DATASUS.

É importante esclarecer que a TMI é definida pela razão entre o número de óbitos de pacientes pelo número de saídas, as quais podem ocorrer por altas ou óbitos ocorridos no próprio hospital. A grande vantagem da utilização desta variável é motivada pelo fato de que ela reflete resultados apenas para as saídas dos pacientes que permaneceram pelo menos 24H no hospital, ou seja, não contempla eventuais altas ou óbitos que não apresentam uma relação causa-efeito com os atendimentos prestados no HUCFF.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 As Aplicações de Simulação em Hospitais

Nos últimos anos o desenvolvimento de ferramentas de análise de processos ou reengenharia, vem apresentado um alto crescimento. AGUILAR (2001), por exemplo, propôs uma nova abordagem incluindo nesta técnica a simulação e a análise inteligente. Do ponto de vista gerencial, o estado do sistema é determinado pelo fluxo de pacientes nos diversos serviços do hospital. Na descrição do estado do sistema, a técnica da simulação considera os valores de diferentes variáveis (por exemplo, média dos tempos de espera, tempos de chegada e outros), os quais fornecem uma visão preliminar sobre a demanda do hospital pelos seus serviços. Baseado nos valores destas variáveis, decisões poderão vir a ser tomadas no sentido de melhorar o desempenho geral do sistema, reduzindo-se, então, os “gargalos” porventura existentes.

O interesse evidente no exame da literatura é resumido às aplicações da Simulação em hospitais; assim apresentam-se aqui, em ordem cronológica, alguns trabalhos de interesse:

- ROSENHEAD (1988) sugeriu um novo método para analisar o problema do setor de emergência nos hospitais de Londres. A metodologia consiste em: conduzir um caso básico de simulação, rodando o modelo com dados e parâmetros que representam a mais recente experiência do sistema no mundo real e depois conduzir uma ampla análise de rodadas, fazendo mudanças em alguns parâmetros e outros tópicos de interesse, para explorar seus efeitos nos resultados do modelo;
- ZAKI (1997) descreveu duas diferentes abordagens que são usadas para solucionar problemas de otimização de serviços hospitalares. A primeira encontra o número ótimo de alocações e de sistemas de serviços. Diferentes combinações de restrições e funções objetivas podem gerar diferentes modelos de serviços hospitalares. A segunda abordagem assume localizações preenchidas para unidades hospitalares como uma tentativa de se encontrar o número ótimo de pessoal e equipamento, isto é a alocação capaz de reduzir o tempo de resposta de unidades de saúde permitindo um valor específico;

- GONZÁLEZ (1997) avaliou as condições para melhorar a qualidade em um departamento de emergência com o uso de técnicas de simulação-animação como uma ferramenta para a geração de alternativas viáveis. A simulação, em especial, cobre o fluxo completo dos pacientes através de um departamento de emergência;
- MIRANDA (1999) afirma que a agregação de conhecimentos especialistas, aliado ao conhecimento explícito sobre a formulação de ações estratégicas, forma uma ferramenta forte para a simulação de alternativas possíveis, permitindo a escolha das mais viáveis ou convenientes para o tomador de decisões. Sugere também a criação de sistemas especialistas que permitam simular alternativas de ações a serem adotadas, já que as informações apresentam especificidades que derivam múltiplas alternativas;
- GABCAN (2000) utilizou a simulação visual 3D para auxiliar a implementação de um projeto modular e progressivo de instalações de novas unidades no Instituto de Doenças Torácicas da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). O resultado recomendou mudanças na arquitetura original do projeto para melhorar a qualidade do processo de atendimento. A plataforma de simulação 3D foi usada para facilitar os administradores no entendimento das complexas interações que acontecem na implementação do projeto. Um modelo de sistema de admissão foi utilizado para avaliar os efeitos da mudança do fluxo de pacientes e alocação dos recursos humano e material e um cenário 3D foi proposto, baseado no *layout* de um dos modelos. A mais importante contribuição deste estudo foi validar a existência de restrições no projeto, como problemas de fluxo no corredor de acesso entre as salas de atendimento e os consultórios;
- HERNÁNDEZ (2001) elaborou um projeto onde conceitos de arquitetura do conhecimento são aplicados para organizar informações de forma que esta seja disponível para ser utilizada quando lhe for solicitada. Foram utilizados modelos de simulação do sistema físico para validar a viabilidade do modelo. Um deles foi aplicado no gerenciamento de emergências causadas por acidentes em indústrias;
- FILHO (2002) desenvolveu um trabalho no Hospital Municipal Miguel Couto (HMMC) onde a relação entre a oferta e demanda de serviços é estudada com ênfase tanto na disponibilidade de profissionais de saúde no sistema de admissão quanto nas necessidades reais dos pacientes;

- GONÇALVES (2004) utilizou a simulação computacional para avaliar alternativas de gestão de recursos no setor de radiologia do INCA – Instituto Nacional do Câncer, na cidade do Rio de Janeiro, de modo a reduzir o tempo de espera entre o registro do paciente e a obtenção do diagnóstico.
- SABBADINI (2006) utilizou a técnica da simulação e teoria das restrições (TOC) na gestão da capacidade de atendimento em um hospital de emergência;
- SU e YAO (2006) utilizaram o pacote de simulação MEDMODEL, desenvolvido para a indústria da saúde, para reduzir o tempo de registro de pacientes na admissão de um hospital público de Xangai, com proposições que, uma vez adotadas, poderiam reduzir o ciclo médio de espera na fila de 17,24 para 3,15 minutos; e
- KASALIAKI e BRAILSFORD (2007) usaram a simulação para analisar políticas para administrar o sistema de inventário de sangue em um hospital do Reino Unido, modelando a cadeia de provisão de sangue desde o doador até o receptor; este trabalho aponta políticas que reduzem custos e perdas, com o aumento do nível de serviço do pessoal envolvido.

É interessante ressaltar que a própria Literatura contempla que a simulação pode ser aplicada isoladamente ou em conjunto com outras técnicas (gestão de processos, conceito de qualidade total, sistema de informação geográfica, sistemas especialistas, etc.). Assim, PIDD (1996) desenvolveu um sistema de suporte a tomada de decisão espacial, para uso de pesquisadores na área de emergência para o desenvolvimento de planos de contingência e evacuação em áreas de desastre. O artigo reúne técnicas de informação geográfica (GIS, ARQ/INFO) e um micro-simulador orientado a objeto. O GIS é usado para definir o terreno e a população a serem evacuados fazendo uma configuração com o seu banco de dados.

Observa-se que, em geral, os hospitais apresentam problemas que seu administrador não está familiarizado por completo, visto que uma gama de informações está distribuída em todo o sistema. Assim, no intuito de solucionar este problema, a técnica de simulação utilizada nesta pesquisa vislumbra duas abordagens: em um primeiro momento busca modelar e estudar o sistema e, em segundo momento, automatizar o processo de tomada de decisão.

3.2 A Simulação e suas Etapas

A implementação do Modelo de Simulação, constante no capítulo 5, foi inicialmente concebida sob a égide de que a maioria dos sistemas atuais é de natureza estocástica e dinâmica, uma vez que um sistema dinâmico implica em ações com fatores de influência mudando ao longo do tempo, e estocástico porque estas mudanças podem variar indiscriminadamente. O emprego desta técnica atende a assertiva de que o gerenciamento de um sistema é uma ação baseada na previsão. A previsão racional requer aprendizado e comparações sistemáticas das previsões dos resultados de curto e longo prazo das alternativas de ação. Surge assim como uma excelente ferramenta para superar o preconceito do medo de falhar que impede os componentes deste sistema de oferecerem sugestões embasadas em seus conhecimentos, idéias e criatividade, educando as pessoas no que se refere ao modo como os sistemas operam e como este responde às mudanças.

Os benefícios advindos do uso de um Modelo de Simulação estão intimamente relacionados à sua capacidade de imitação, que pode ser medida pelo grau de adequação das respostas reais de um sistema existente ou hipotético com as respostas que o modelo fornece quando é submetido aos mesmos estímulos experimentados ou esperados pelo sistema atualmente em estudo. Os Modelos de Simulação são imitadores dos sistemas estocásticos e dinâmicos, geralmente muito superiores, quando comparados a modelos matemáticos estáticos ou a modelos de opinião, pois pode promover soluções totais, e ainda serem financeiramente viáveis, uma vez que a simulação em PC vem conseguindo eliminar os altos custos de processamento em computador, com a conseqüente redução considerável no tempo necessário para a construção do modelo.

Segundo BANKS (1996), o processo de construção do modelo de simulação pode ser dividido em 4 fases compostas em 12 etapas, as quais serão descritas a seguir. O fluxograma das etapas da simulação está representado esquematicamente na Figura 2.

- **Formulação do Problema** – todo estudo deve iniciar com a definição clara e precisa do problema. É importante que tanto os usuários quanto o analista entendam e concordem com a formulação do problema.
- **Estabelecimento de objetivos e Plano de Projeto** – os objetivos indicam as questões a serem respondidas pela simulação. Um plano de projeto com cronograma, recursos envolvidos e custos alocados também deve ser elaborado.

- **Elaboração do Modelo Conceitual** – a construção de um modelo conceitual está relacionada mais à arte do que à ciência. É recomendável iniciar com um modelo simples e ir aumentando sua complexidade gradativamente. Outro fator é a interação com o usuário. O envolvimento do usuário final aumenta a qualidade e confiabilidade do modelo elaborado.
- **Coleta de Dados** – existe uma interação constante entre a elaboração do modelo e a coleta de dados. Se a complexidade do modelo é alterada, a coleta de dados sofre mudanças. A coleta de dados toma grande parte do tempo de elaboração do modelo e, por esta razão, deve ser o mais cedo possível.
- **Codificação** – desde que modelos de sistemas reais requerem um grande volume de informações a serem armazenadas e computadas, é necessário desenvolver um programa de computador. O analista deve decidir se irá desenvolver um programa específico ou utilizar pacotes de simulação. Desenvolver um programa específico geralmente requer um tempo maior enquanto a utilização de pacotes diminui o tempo de programação e agilizam a verificação do modelo computacional.
- **Verificação do Modelo Computacional** – o programa desenvolvido deve ser testado para verificar se o modelo computacional executa a simulação e produz resultados corretos. Nesta fase de homologação a participação do usuário junto com o analista agiliza a verificação e aumenta a confiabilidade do modelo desenvolvido.
- **Validação** – corresponde a avaliar se o modelo elaborado é uma representação precisa do sistema real. A validação é geralmente obtida pela calibragem do modelo em um processo iterativo de comparação entre o comportamento do modelo e o sistema real corrigindo-se eventuais distorções. Este processo é repetido até que sejam alcançados resultados considerados aceitáveis pelos usuários.
- **Projeto Experimental** – as alternativas que serão simuladas devem ser determinadas. Geralmente a decisão relativa às quais alternativas serão simuladas deve ser função do número de execuções que serão completadas e analisadas. Para cada simulação devem ser definidos os tempos de aquecimento, tempo total de execução e número de replicações.

- **Execução da Simulação da Simulação e Análise** – a simulação deve ser executada para que análises, através de técnicas estatísticas, possam ser realizadas.
- **Execuções Adicionais da Simulação** – baseado nos resultados obtido, o analista deve decidir se há necessidade de execuções da simulação adicionais.
- **Documentação e Relatórios de Resultados** – todos os programas devem ser documentados facilitando as manutenções futuras e o entendimento dos usuários finais quanto à operação do modelo computacional desenvolvido.
- **Implementação** – o sucesso da implementação depende de como as etapas anteriores foram executadas. A interação entre o analista da simulação e o usuário final também influencia diretamente a consistência e credibilidade do modelo implementado.

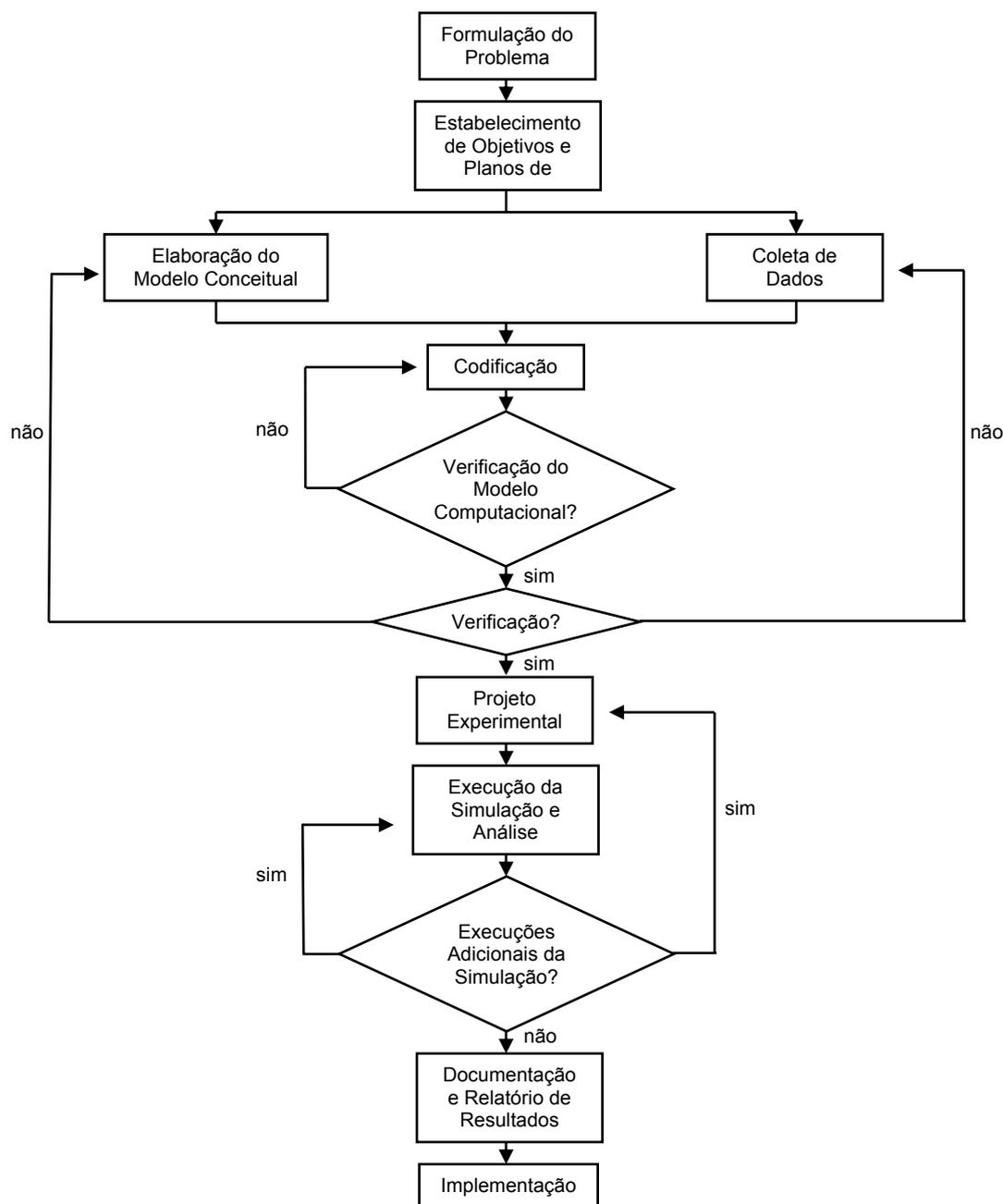


Figura 2 - Etapas da simulação (extraído de BANKS – 1996)

3.3 As Aplicações de DEA em Hospitais

Os pesquisadores já desenvolveram algumas medidas alternativas que são objetivas e significantes na mensuração do conceito de eficiência para os hospitais públicos através da Análise Envoltória de Dados (DEA). Por exemplo:

- BANKER *et al.* (1986) compara os custos do hospital público e os correspondentes índices de produção através de um modelo de análise envoltória de dados (DEA); e

- MOREY *et al.* (1986) examina as trocas entre custos e qualidade de serviços prestados nos hospitais também com um modelo de DEA.

DEA, iniciado por CHARNES *et al.* (1978a), é um método não paramétrico baseado em programação linear. Diferentemente da análise da função de produção orientada, que reflete a mistura de comportamentos eficientes e ineficientes, DEA mede a relação de eficiência *input/output* de uma DMU comparando isto contra as melhores práticas dentro da amostra. DEA não impõe formulações funcionais específicos entre entradas e saídas, e fornece informações melhores sobre as origens e a magnitude de eficiências de uma DMU.

Ao se analisar alguns estudos referentes a aplicações de modelos DEA em hospitais, inicialmente deve-se verificar como esta metodologia é utilizada para avaliar a sua eficiência técnica.

Assim, CHANG (1998), mediu o impacto, no setor de saúde pública, decorrente da implantação de um novo Programa de Seguro de Saúde em Taiwan com utilização de um modelo DEA com três insumos e dois produtos. Os insumos foram: tempo total equivalente ao emprego de médicos (PHYS); tempo total equivalente ao emprego de enfermeiras e pessoal de apoio (NURS), incluindo o serviço de auxiliares; e tempo total equivalente ao emprego de pessoal da gerência e da administração (ADM), incluindo o pessoal da nutrição e limpeza. Os produtos foram: o número de consultas clínicas (CLIN), incluindo consultas regulares e de emergência; e o número de dias do paciente consistindo os dias de cuidado com paciente em geral (GENE), agudo e intensivo em cuidados (A e I), e dias de cuidado com paciente crônico (CHRO). Não foram incluídos insumos de capital do hospital com variável de insumo, como instalações, número de leitos, etc; por serem considerados pelo autor além do controle dos gerentes.

Os resultados obtidos por CHANG (1998), para a amostra e o período abordado, apresentaram uma melhora nos Hospitais Tailandeses nos índices de eficiência em geral através da implantação de um novo Plano de Seguro Social. Dada utilização de uma amostra com dados de séries temporais, a eficiência dos hospitais melhorou ano a ano em média.

ATHANASSOPOULOS e GOUNARIS (2001) utilizaram metodologia DEA para medir a eficiência técnica e alocativa de operações hospitalares em hospitais do setor público grego. A preocupação desses autores foi de mostrar como estes hospitais podem implementar melhorias na performance. Do lado da eficiência técnica podem-se obter informações de como as unidades hospitalares estão comparativamente utilizando seus recursos de insumos para produção de determinados produtos. E do lado da eficiência alocativa pode-se avaliar quais melhorias na eficiência devem ser

implementadas para melhor utilização dos recursos. A avaliação destas duas eficiências determina a eficiência total do hospital.

Estes autores inicialmente especificaram uma matriz de insumo-produto de operações hospitalares. Nesta matriz, os insumos eram representados por: serviços de pessoal médico; médicos residentes; pessoal da administração; enfermeiras; custos operacionais, de farmacêuticos, de fornecimento de remédios, outros custos; e leitos, sendo conhecidos apenas os preços dos insumos de trabalho e desconhecidos os preços dos demais insumos (representados pelos custos das operações hospitalares). Foram supostos como produtos: altas de pacientes; os pacientes submetidos à cirurgia; os exames médicos; os testes de laboratório.

A eficiência alocativa foi medida através da razão entre a eficiência total e a eficiência técnica. O numerador desta razão, portanto, expressou a eficiência total dos hospitais desenvolvida a partir dos insumos com preços conhecidos mais os insumos com preços desconhecidos; no denominador a eficiência técnica dos hospitais foi obtida através da utilização de uma função objetivo por programação linear. Assim, a solução do denominador informa a respeito da eficiência técnica de hospitais individualmente.

A amostra utilizada por estes autores foi composta por 98 hospitais públicos gregos, que foram divididos por tamanho determinado a partir da quantidade de leitos existentes seguindo o seguinte critério: hospitais com menos de 86 leitos que são denominados pequenos; os com mais de 86 e menos de 335 são médios; e os que tem mais do que 335 leitos são hospitais grandes. Os dados foram fornecidos pelo Sistema Nacional Grego de Saúde para o ano de 1993.

Foi verificado que, para a amostra analisada, hospitais maiores ou localizados em áreas urbanas são mais eficientes, com relação à eficiência total de custos de insumos, do que os hospitais menores ou localizados em áreas rurais na média dos scores de eficiência.

Já KIRIGIA, EMROUZNEJAD e SAMBO (2000) realizaram um estudo utilizando DEA para mensurar a eficiência técnica de 54 hospitais públicos no Kenya. Identificaram-se os hospitais ineficientes e as magnitudes dessa eficiência obtida a partir das folgas de insumos. Estes autores trabalharam com sete insumos, a partir dos quais eram produzidos oito produtos. Os insumos supostos foram: o total de pessoal empregado (médicos, farmacêuticos e dentistas); pessoal empregado em clínicas; enfermeiras; equipe administrativa; técnicos e tecnólogos; outras equipes, medicamentos; suprimento não farmacêutico; manutenção de equipamentos; veículos e edifícios; distribuição de medicamentos. Quanto aos oito produtos: paciente externo; visita do paciente a clínica especial; visita do paciente ao MCH/FP; visita do paciente

para cuidado dental; exames médicos realizados; entrada de paciente na pediatria; entrada de paciente na maternidade; entrada de paciente no departamento de amenidades. Os *scores* de eficiência foram estimados tanto com modelo DEA-CCR como DEA-BCC para cada hospital. Desta forma, 39 hospitais operando eficientemente e os remanescentes, 15 hospitais, foram considerados tecnicamente ineficientes. Foram sugeridas medidas corretivas para as ineficiências aos mentores de políticas para o setor de saúde como: transferência de pessoal, redução nos gastos com medicamentos entre outros.

GROSSKOPF, MARGARITIS e VALDMANIS (2001) utilizaram a metodologia DEA para avaliar os efeitos do treinamento de médicos sobre a produtividade hospitalar. Avaliaram a eficiência técnica relativa em 213 hospitais de ensino nos EUA partindo do pressuposto de que os hospitais universitários (por oferecerem oportunidades de treinamento de médicos residentes) têm responsabilidades e custos adicionais se comparados com hospitais que não contemplam ensino.

As duas fronteiras foram determinadas para os hospitais de “melhores práticas”: uma considerando que havia congestionamento pela utilização de médicos residentes, e outra não havendo congestionamento de médicos residentes.

Para CHARNES *et al.* (2001), o congestionamento ocorre quando reduções em um ou mais insumos podem estar associadas a acréscimos em um ou mais produtos; ou quando acréscimos em um ou mais insumos podem estar associados a decréscimos em um ou mais produtos.

GROSSKOPF *et al.* (2001) supuseram que os produtos dos hospitais de ensino gregos eram: número total de pacientes internos submetidos à cirurgia, número total de pacientes externos submetidos à cirurgia; número total de pacientes externos atendidos; atendimentos na sala de emergência; e o número total de pacientes internos admitidos no hospital. Os insumos foram definidos como sendo o número de: médicos empregados por turno total; médicos residentes; enfermeiras registradas; enfermeiras licenciadas; pessoal empregado advindo de outros hospitais; e leitos equipados.

Como resultado deste último trabalho, obteve-se que os médicos residentes congestionam a produção dos hospitais de ensino, aumentando custos e a sua ineficiência. Um dos motivos é sua inexperiência como profissional o que solicita um número maior de exames, além de empregarem mais residentes por leito. Este é um fato relevante ao objeto desta pesquisa.

VERA e KUNTZ (2007) realizaram uma verificação teórica e empírica em hospitais públicos de Rheinland-Pfalz, Alemanha, com uma avaliação de DEA de um questionário enviado aos seus 92 hospitais, sobre a implementação de um projeto de

organização de hospitais baseada em processos, a qual apresentou efeitos positivos e significantes na eficiência destes hospitais, visando a criação de uma cultura organizacional mais adequada para estas instituições.

No Brasil, poucos estudos contemplam a avaliação de desempenho de hospitais através de critérios não-paramétricos. Em sua maioria, os trabalhos utilizam-se mais de indicadores hospitalares como BITTAR (1996), que, em sua pesquisa, cria uma série de indicadores hospitalares como média de permanência, índice de renovação ou giro de rotatividade, índice de funcionários por cama/leito, utilizando análise estatística.

MARINHO (2001) utilizou metodologia DEA combinada com regressão estatística para o estudo com uma amostra de 45 hospitais universitários federais brasileiros, fornecida pelo MEC, em que foi realizada uma análise de dados de séries temporais semestrais para o período do primeiro semestre de 1998 ao primeiro semestre de 2001. Na análise de regressão foram utilizados indicadores semelhantes ao que BITTAR (1996), utilizou em seu estudo como taxa de ocupação, prazo médio de permanência (internação) e taxa de rotatividade (taxa de ocupação/prazo médio de permanência).

Na realidade, desagregando as diversas produções hospitalares pode-se encontrar, por exemplo, hospitais que em cirurgia são eficientes, mas que em atendimento ambulatorial são ineficientes.

Desta forma, para identificar o modelo empírico a ser utilizado em um centro cirúrgico de um hospital público federal, faz-se necessário levar em conta as especificidades pertinentes aos hospitais universitários, bem como uma avaliação minuciosa em considerar-se ou não o congestionamento pela utilização de médicos residentes.

3.3 A Metodologia DEA

3.3.1 Medidas de Eficiência Técnica em DEA

A medida de eficiência técnica Debreu-Farrell deu origem à maioria dos estudos sobre medidas de eficiência não-paramétricas realizados até hoje. Os esforços que os pesquisadores vêm desenvolvendo desde 1957 para eliminação das deficiências dessa medida deram origem à abordagem Análise Envoltória de Dados (DEA), que estuda a produtividade e a eficiência técnica de organizações que empregam múltiplos insumos para gerar múltiplos produtos.

No final da década de 70, e meados da década de 80, já estavam consolidadas duas linhas de pesquisa que empregam programação matemática para construir fronteiras não-paramétricas de eficiência técnica:

- uma, originária do trabalho de CHARNES *et al.* (1978), que estuda medidas radiais e que introduziu o termo Análise Envoltória de Dados na literatura científica, e,
- outra, orientada pelo trabalho de FÄRE *et al.* (1985), que estuda medidas não-radiais, a partir da medida denominada Russell.

Apesar de aparentemente conflitantes, essas duas linhas desenvolveram-se de forma complementar e congruente na busca de medidas completas de eficiência técnica.

Apenas a título de ilustração, e de acordo com a literatura pesquisada, expõe-se que uma medida de eficiência técnica bem definida deve atender do ponto de vista teórico a sete propriedades e, do ponto de vista prático, a dois critérios. As propriedades são:

- i. ser função escalar, de modo a permitir comparar planos de operação observados;
- ii. indicar como eficiente os planos de operação que satisfaçam ao conceito Pareto-Koopmans de eficiência;
- iii. resultar um *score* cuja interpretação seja compatível com os resultados das demais medidas de eficiência;
- iv. ser invariante no emprego de diferentes unidades de medida dos insumos e produtos considerados na avaliação;
- v. ser fortemente monotônica nos insumos e nos produtos. Essa propriedade é de difícil atendimento teórico e prático e por isso, alguns autores consideram satisfatório exigir apenas sua monotonicidade fraca;
- vi. ser homogênea de grau -1 para insumo e de grau $+1$ para produtos;
- vii. ser invariante na translação de modo que a uma medida possa manipular quantidades positivas ou negativas de produtos e insumos e ser aplicada em avaliação de planos de operação que têm como produtos, variáveis que podem assumir valores negativos como “perdas” ou “lucros”.

Os critérios são:

- i. ser calculada com o emprego de algoritmos matemáticos e computacionais de conhecimento e uso difundido no meio empresarial; e,
- ii. ser de fácil interpretação gerencial.

O atendimento simultâneo dessas propriedades e critérios é muito difícil. Por esta razão, quase toda medida existente deixa de atender a algum desses requisitos. Em geral, a propriedade de avaliação segundo o conceito de eficiência Pareto-Koopmans tem se mostrado antagônica aos dois critérios operacionais.

CHARNES *et al.* (1978) aprimoraram as medidas radiais baseadas na medida de eficiência Debreu-Farrell impondo restrições aos preços virtuais para calcular a produtividade. Embora esta modificação permita atender ao conceito Pareto-Koopmans de eficiência, os *scores* de eficiência obtidos não oferecem uma interpretação gerencial direta.

FÄRE *et al.* (1985) corrigiram a falha da medida Russell de não considerar todas as ineficiências técnicas do plano de operação observado, apresentando uma nova medida não-radial chamada medida Russell Grafo, que permite a avaliação conjunta de todas as ineficiências do consumo e da produção da operação produtiva observada. Embora a medida Russell Grafo avalie a eficiência Pareto-Koopmans, ela é de difícil cálculo e o *score* de eficiência obtido não é de interpretação direta.

Outra medida não-radial adequada a tecnologias produtivas complexas e que permite a avaliação conjunta de todas as ineficiências do consumo e da produção é a medida Aditiva apresentada por CHARNES *et al.* (1995). Trata-se de uma medida de fácil cálculo, baseada em excessos no consumo e folgas na produção, mas que também não fornece um resultado adequado à tomada de decisão e interpretação no meio gerencial.

Nos últimos anos do século XX apareceram na literatura científica as primeiras propostas de medidas completas de eficiência técnica. Duas delas, a medida *SBM* e a medida *RAM* são aperfeiçoamentos das medidas tradicionais. O tratamento dessas medidas requer a apresentação dos conjuntos da tecnologia produtiva, suas propriedades e axiomas, que não serão abordados nesta Dissertação.

3.3.2 Mensuração da Eficiência Técnica em DEA

A abordagem de programação linear é concebida para cumprir dois objetivos principais: construir fronteiras de produção a partir de dados empíricos e computar uma medida de produtividade relacionando dados de observações com as fronteiras de produção.

A partir de pontos observados (combinação de insumos e produtos de um conjunto de unidades), estabelece-se como medida de eficiência a distância de um ponto à sua projeção na função fronteira. Esta função é chamada função de produção

eficiente e é usada como referência para comparar a eficiência (ineficiência) das várias unidades relativamente a esta fronteira.

A fronteira de produção estimada consiste na combinação de atividades de uma ou mais unidades de produção extremas (unidades tecnicamente eficientes em relação a outras unidades observadas), formando uma “envoltória linear por partes” para as unidades de produção (observações) da amostra. FÄRE *et al.* (1994) fornecem uma discussão técnica detalhada da abordagem de programação matemática para análise da tecnologia de produção e formulação de medidas de eficiência.

São características atrativas da programação linear:

- não requer dados sobre preços para a construção da fronteira de produção empírica, bastando dados sobre quantidades;
- a ineficiência técnica de unidades individuais se manifesta pela distância radial relativa à fronteira de produção;
- por ser não paramétrica, é menos propensa a erros de especificação.

O método mais conhecido da abordagem de programação matemática é a Análise Envoltória de dados (DEA - *Data Envelopment Analysis*) desenvolvido por CHARNES *et al.* (1978). DEA generaliza as medidas de FARREL (1957) e busca medir a eficiência produtiva de unidades de produção com múltiplos produtos e múltiplos insumos.

Concebido para avaliar a performance de unidades em que não são disponíveis informações de preços de mercado dos insumos e produtos, chamadas genericamente de unidades tomadoras de decisão (DMU – *Decision Making Units*), o método calcula uma medida máxima de performance para cada DMU relativa a todas as demais, com a restrição de que todas as unidades se encontrem sobre a fronteira extrema ou abaixo dela. Toda observação que se encontre abaixo da fronteira tem sua eficiência medida em relação a uma combinação de DMUs com melhores práticas e que compõem a faceta de fronteira mais próxima.

A análise DEA gera como resultado:

- uma superfície envoltória identificando unidades eficientes e ineficientes;
- uma medida de eficiência (métrica) para cada unidade avaliada (a distância da fronteira, a fonte e o grau de eficiência);
- uma projeção da DMU sobre a fronteira;
- um conjunto-referência (unidades específicas contra as quais uma unidade particular está sendo comparada).

Devido à flexibilidade e à aplicabilidade na análise da eficiência em organizações não voltadas ao mercado, um grande número de aplicações de DEA em instituições públicas e privadas se seguiu à divulgação do modelo pioneiro de CHARNES *et al.* (1978). Segundo CHARNES *et al.* (1995), o grande interesse pelo método se deve principalmente a três características:

- i. caracterização de cada DMU por um *score* único que sumariza a eficiência relativa;
- ii. para cada DMU são feitas projeções de melhoria sobre referências observáveis, revelando aquelas de "melhor prática";
- iii. a Análise Envoltória de Dados se coloca como alternativa para as abordagens indiretas de especificação de modelos estatísticos abstratos que fazem inferências baseadas na análise dos "resíduos" e dos coeficientes-parâmetros.

Com relação ao enfoque da eficiência técnica relativa avaliada pela DEA, a qual, nesta Dissertação, será mensurada individualmente para cada especialidade cirúrgica, pode-se considerar que esta é avaliada pela razão entre a sua produtividade e a maior produtividade observada no conjunto das especialidades cirúrgicas que empregam a mesma tecnologia médico-assistencial.

Algumas especialidades cirúrgicas podem ter desempenho técnico melhor que outras similares devido a fatores ambientais específicos, uma vez que diferentes fatores operacionais influenciam na adoção de procedimentos médico-assistenciais e de estratégias organizacionais diferentes. O elenco de combinações de recursos e serviços viáveis de cada especialidade cirúrgica depende não somente da capacidade gerencial da Direção e assistencial de seu corpo clínico, mas também de suas contingências estratégicas. Neste contexto releva-se e focaliza os fatores já apresentados anteriormente que determinam a eficiência técnica das diversas especialidades cirúrgicas que compõem este sistema orgânico, as quais podem ser comparadas entre si.

No próximo item faz-se uma análise sobre a abordagem de DEA, com seus principais modelos e princípios.

3.3.3 Formulações dos Modelos de DEA

A eficiência associa-se a racionalidade econômica, cuja preocupação é buscar os meios e procedimentos mais adequados para alocar os recursos em vista a uma produção ótima. Nesta direção, "*o valor supremo da eficiência é a produtividade*" (SANDER, 1995, p. 43).

Nesta Dissertação adotou-se, prioritariamente, o critério de Pareto - Koopmans para avaliar a eficiência técnica de uma organização, onde uma especialidade cirúrgica é considerada eficiente do ponto de vista técnico, sempre que:

- Não for possível aumentar a quantidade gerada de qualquer produto sem diminuir a quantidade gerada de outro produto, ou sem aumentar a quantidade consumida de pelo menos um recurso; e
- Não puder ser reduzida a quantidade consumida de qualquer insumo sem aumentar a quantidade consumida de outro insumo, ou sem reduzir a quantidade gerada de pelo menos um produto (CHARNES *et al.*, 1981).

O elemento central da formulação matemática dos modelos DEA é o plano de operação que é representado por um par de vetores $[U;X]$, no qual o vetor $U = [u, m]$, $m = 1, 2, \dots, M$ corresponde às quantidades dos M tipos de produtos geráveis no processo produtivo, e o vetor $X = [x_n]$, $n = 1, 2, \dots, N$ corresponde as quantidades dos N insumos empregados no processo. Portanto, $U \in \mathfrak{R}_+^M$ e $X \in \mathfrak{R}_+^N$.

Nos estudos práticos de produtividade e eficiência técnica não é conhecida a tecnologia produtiva real do Conjunto de Referência. A abordagem DEA constrói tecnologias produtivas empíricas como aproximação das tecnologias reais. Há várias referências completas sobre esta construção; dentre elas destacam-se FÄRE *et al.* (1994), COELLI *et al.* (2000), e FRIED *et al.* (1993).

A base fundamental de todo modelo DEA é um conjunto de referência constituído de J planos de operação observados $[U_j;X_j]$. A partir deste conjunto de referência, a abordagem DEA constrói uma tecnologia empírica e estima a ineficiência de cada plano observado $[U_j;X_j]$ pela distância à fronteira. Um modelo DEA é caracterizado pelo elenco de axiomas e propriedades adotados para caracterizar a tecnologia produtiva modelada, e pela medida empregada para estimar a ineficiência de cada plano observado.

Represente-se por $[U_0;X_0]$ um dos J planos de operação observados. A produtividade deste plano específico, sob a ótica do gestor da DMU_0 que executou este plano de operação, é calculada pela fórmula:

$$PR^0 = \frac{\mu_0 U_0}{v_0 X_0}$$

onde μ_0 e v_0 são vetores positivos que representam preços virtuais atribuídos aos produtos e aos insumos de X_0 pelo gestor da DMU_0 .

Sob a ótica do gestor da DMU_0 , a eficiência técnica do plano $[U_0;X_0]$, relativamente aos J planos de operação observados, pode ser estimada mediante a

comparação da produtividade deste plano, calculada com μ_0 e ν_0 , com a maior produtividade PR^* dentre as produtividades PR^j dos J planos observados, também calculadas com os preços μ_0 e ν_0 .

Nesta linha, definem-se:

$$PR^j = \frac{\mu_0 U_j}{\nu_0 X_j}, \quad j = 1, 2, \dots, J \quad \text{e} \quad PR^* = \max\{PR^j\}$$

Observe-se que $PR^0 \leq PR^*$, dada a definição das PR^j acima, pois $[U_0; X_0]$ é um dos J planos de operação observados. Neste contexto:

- $[U_0; X_0]$ é um plano relativamente eficiente quando $PR^0 = PR^*$;
- $[U_0; X_0]$ não é um plano eficiente quando $PR^0 < PR^*$.

Defina-se $E^j = PR^j / PR^*$, para $j = 1, 2, \dots, J$. Então $E^j \leq 1$. Portanto, o plano $[U_0; X_0]$ é relativamente eficiente quando $E^0 = 1$ e, não é relativamente eficiente quando $E^0 < 1$. Assim, o indicador E^0 pode ser adotado como uma medida da (in)eficiência do plano de operação observado $[U_0; X_0]$.

A grande questão é, todavia, saber quais são os valores dos preços virtuais μ_0 e ν_0 que o gestor da DMU_0 atribui aos produtos e aos insumos. A abordagem DEA parte do princípio que tais valores existem, sendo positivos e finitos, mas que eles podem ser desconhecidos. Ademais, é assumido que o gestor da DMU_0 escolheu o plano de operação $[U_0; X_0]$ baseado nestes valores, e que o plano $[U_0; X_0]$ deveria ser o plano de maior produtividade que ele poderia escolher, face aos valores de μ_0 e ν_0 . Nesta linha de raciocínio, a solução do seguinte problema de programação matemática permite inferir se o plano de operação $[U_0; X_0]$ é eficiente relativamente aos J planos de operação observados, bem como permite estimar o nível de sua ineficiência.

$$E^* = \max_{\mu, \nu} \frac{\mu U_0}{\nu X_0}$$

sujeito a

$$\frac{\mu U_j}{\nu X_j} \leq 1 \quad \forall j, j = 1, 2, \dots, J$$

$$\mu > 0; \nu > 0$$

Observe-se que:

- há sempre uma solução $\mu > 0$ e $\nu > 0$ para as restrições $\frac{\mu U_j}{\nu X_j} \leq 1, \forall j, j=1,2,\dots,J$;
- $E^* \leq 1$, para quaisquer valores de $\mu > 0$ e $\nu > 0$ que satisfaçam estas restrições;
- $E^* < 1$ indica que não existe um par $\mu^* > 0$ e $\nu^* > 0$ que satisfaça as restrições e que resulte $E^* = 1$. Dai poder-se inferir que $\frac{\mu U_0}{\nu X_0} \leq E^* < 1$ para todo qualquer par $\mu > 0$ e $\nu > 0$ que satisfaça as restrições $\frac{\mu U_j}{\nu X_j} \leq 1, \forall j, j=1, 2, \dots, J$ haja vista que E^* é o valor máximo de $\frac{\mu U_0}{\nu X_0}$ sob essas condições; e
- para qualquer par $\mu > 0$ e $\nu > 0$ que resulte $E^* = \frac{\mu^* U_j}{\nu^* X_j} < 1$ sempre há um plano de operação observado $[U_j; X_j] \neq [U_0; X_0]$, para o qual $\frac{\mu^* U_j}{\nu^* X_j} = 1$.

Por conseguinte, pode-se afirmar que:

- quando $E^* < 1$, há evidências empíricas de que o plano de operação observado $[U_0; X_0]$ é ineficiente; e
- quando $E^* = 1$, não há evidências empíricas de que o plano de operação observado $[U_0; X_0]$ seja ineficiente sob o prisma do gestor de DMU_0 , pois este gestor poderia estar valorizando os produtos e insumos com os preços virtuais μ^* e ν^* que resolvem o problema de programação matemática.

Note-se neste caso que $\frac{\mu^* U_0}{\nu^* X_0} = 1$ e $\frac{\mu^* U_j}{\nu^* X_j} \leq 1$ para todo $j, j=1, 2, \dots, J$.

Todavia, não é trivial a solução do referido problema de programação, dado

que ele é um problema de otimização fracionária ($\max_{\mu, \nu} \frac{\mu U_0}{\nu X_0}$) e que a região de viabilidade é aberta ($\mu > 0$ e $\nu > 0$). CHARNES *et al.* (1978) mostram que este problema pode ser resolvido, transformando-o em um problema clássico de

programação linear. Esta transformação pode ser realizada sob duas orientações: contração do consumo ou expansão da produção, como descrito, respectivamente, no Modelo DEA transcrito na Figura 3, que são identificados na literatura científica como Modelo CCR Básico, em referência aos seus criadores – Charnes, Cooper e Rhodes. Sendo problemas de programação linear, o Modelo CCR³ é representado nas suas formas primal e dual, denominadas, respectivamente, de Forma dos Multiplicadores e Forma de Envolvimento.

Assim:

- quando $F_{CCR}^* = 1$, não há evidências empíricas de o plano de operação observado $[U_0; X_0]$ ser ineficiente, relativamente aos demais planos de operação observados; e
- quando $F_{CCR}^* \neq 1$, há evidências empíricas de o plano de operação observado $[U_0; X_0]$ ser ineficiente.

MODELO CCR BÁSICO	
ORIENTAÇÃO: OUTPUT	
Forma dos Multiplicadores (Primal)	Forma de Envolvimento (Dual)
$E^* = \max \sum \mu_m u_{0m}$ <p>Sujeito a</p> $\sum v_n x_{0n} = 1$ $-\sum v_n x_{jn} + \sum \mu_m u_{jm} \leq 0$ $v_n \geq \varepsilon$ $\mu_m \geq \varepsilon$ $m = 1, 2, \dots, M$ $n = 1, 2, \dots, N$ $j = 1, 2, \dots, J$	$F_{CCR}^* = \min \left\{ \theta - \varepsilon \left(\sum t_m + \sum s_n \right) \right\}$ <p>Sujeito a</p> $\sum z_j u_{jm} - t_m = u_{0m}$ $\theta^* x_{0n} - \sum z_j x_{jn} - s_n = 0$ $n = 1, 2, \dots, N$ $z_j \geq 0$ $t_m \geq 0$ $s_n \geq 0$ $m = 1, 2, \dots, M$ $n = 1, 2, \dots, N$ $j = 1, 2, \dots, J$
ORIENTAÇÃO: INPUT	
$E^* = \min \sum v_n x_{0n}$ <p>Sujeito a</p>	$F_{CCR}^* = \max \left\{ \theta + \varepsilon \left(\sum t_m + \sum s_n \right) \right\}$ <p>Sujeito a</p>

³ Também conhecido como CRS – *Constant Returns of Scale*

$\sum \mu_m u_{0m} = 1$ $\sum v_n x_{jn} - \sum \mu_m u_{jm} \geq 0$ $v_n \geq \varepsilon$ $\mu_m \geq \varepsilon$ $m = 1, 2, \dots, M$ $n = 1, 2, \dots, N$ $j = 1, 2, \dots, J$	$\sum z_j x_{jn} + s_n = x_{0n}$ $\theta^* u_{0m} - \sum z_j u_{jm} + t_m = 0$ $z_j \geq 0$ $t_m \geq 0$ $s_n \geq 0$ $m = 1, 2, \dots, M$ $n = 1, 2, \dots, N$ $j = 1, 2, \dots, J$
<p>Onde: $\varepsilon > 0$ é um número não arquimediano;</p> <p>θ^* corresponde à maior contração equiproporcional que pode ser dada ao consumo;</p> <p>ϕ^* corresponde à maior contração equiproporcional que pode ser dada à produção;</p> <p>t_m^* representa eventual excesso gerável do m-ésimo produto, $m=1,2,\dots,M$ após a contração θ^* ou expansão ϕ^* ser executada, respectivamente; e</p> <p>s_n^* representa a eventual folga de consumo do n-ésimo insumo, $n=1,2,\dots,N$, após a contração θ^* ou expansão ϕ^* ser executada, respectivamente.</p>	

Figura 3 – Modelos CCR Básico

Apesar desta transformação, apenas a título de informação, verifica-se que há um impedimento computacional para a solução destes problemas de programação linear: o fato de a constante $\varepsilon > 0$ ser um número não-arquimediano. Dois têm sido os modos de contornar esse impedimento, a saber:

- relaxar a restrição de $\mu > 0$ e $v > 0$ para $\mu \geq 0$ e $v \geq 0$ – Modelo CCR Seminal; e
- resolver o problema em duas etapas: na primeira, calculando-se a contração (expansão) máxima do consumo (produção), e na segunda, calculando-se os excessos de produção geráveis e as folgas de consumo ainda existentes após a contração (expansão) máxima ter sido executada – Modelo DEA Aditivo.

No primeiro modo, com o relaxamento das restrições $\mu > 0$ e $v > 0$; tal formulação é conhecida na literatura internacional como Modelo CCR Seminal e, a semelhança do CCR Básico:

- $\theta^* < 1$ ou $\phi^* > 1$ indica que há evidências empíricas de o plano de operação observado $[U_0; X_0]$ ser ineficiente; e,

- $\theta^* = 1$ ou $\phi^* = 1$ indica a não-existência de evidência empírica de o plano de operação observado $[U_0; X_0]$ ser ineficiente, relativamente aos demais planos de operação observados, no que diz respeito a contração de consumo ou a expansão da produção, respectivamente.

Observe-se que as formas de envelopamento de orientações da contração do consumo e de expansão da produção podem ser reescritas, respectivamente como:

$$\theta^* = \min \left\{ \theta \mid \theta^* X_0 \geq \sum z_j X_j; U_0 \leq \sum z_j U_j; z_j \geq 0 \right\}; e$$

$$\phi^* = \max \left\{ \phi \mid \phi^* U_0 \leq \sum z_j U_j; X_0 \geq \sum z_j X_j; z_j \geq 0 \right\}.$$

Observa-se que as formulações acima correspondem às Medidas Debreu-Farrell, definidas para tecnologias empíricas convexas, com retornos de escala constantes e com descarte livre de produtos e de insumos, construídas a partir dos planos de operação observados $[U_j; X_j]$, e aplicadas para estimar a (in)eficiência do plano observado $[U_0; X_0]$. Por conseguinte, o modelo CCR Seminal tem o inconveniente de classificar como eficientes planos de operação que não satisfazem o critério de Pareto-Koopmans. Todavia, este modelo é muito usado nos estudos práticos devido a sua fácil operacionalização e por gerar indicadores de fácil interpretação no meio gerencial, pois:

- θ^* indica a maior contração equiproporcional possível do consumo, pois com o consumo $\theta^* X_0$ é possível gerar U_0 ; e
- ϕ^* indica a maior expansão equiproporcional possível da produção, pois a produção $\phi^* U_0$ pode ser gerada por X_0 .

Quando $\theta^* < 1$, pode-se inferir que o plano de operação observado $[U_0; X_0]$ não é eficiente, uma vez que o consumo pode ser contraído (ineficiência radial); e quando $\phi^* > 1$, pode-se inferir que o plano de operação observado $[U_0; X_0]$ não é eficiente, uma vez que a produção pode ser expandida (ineficiência radial).

No segundo modo, ou seja, no Modelo DEA Aditivo, decompõe-se a solução do Modelo CCR Básico em duas etapas. Na primeira, calcula-se a contração (expansão) máxima, empregando-se um Modelo CCR Seminal. Na segunda etapa, após o consumo (produção) ter sido contraído (expandida) para $\theta^* X_0$ ($\phi^* U_0$), verifica-se a

existência de eventuais excessos de produtos geráveis (t_{jm}) e de folgas de insumos consumidos (s_{jn}), resolvendo-se o correspondente Modelo Aditivo.

Várias extensões do Modelo CCR Básico têm aparecido na literatura. Uma delas merece destaque especial pelo fato de poder ser empregada na aplicação do modelo que será proposto: o Modelo BCC (BANKER *et al.*, 1984), que permite isolar o componente da ineficiência técnica decorrente de escala de operação inadequada.

O Modelo BCC Básico⁴ descritos na Figura 4, permitem avaliar a eficiência de planos de operação observados e estimar a ineficiência deles em tecnologias empíricas, convexas, lineares por parte, com retornos de escala variáveis e descarte livre de insumos e produtos.

MODELO BCC BÁSICO	
ORIENTAÇÃO: OUTPUT	
Forma dos Multiplicadores (Primal)	Forma de Envolvimento (Dual)
$E^* = \max \left\{ \sum \mu_m u_{0m} + \omega \right\}$ <p>Sujeito a</p> $\sum v_n x_{0n} = 1$ $-\sum v_n x_{jn} + \sum \mu_m u_{jm} + \omega \leq 0$ $v_n \geq \varepsilon$ $\mu_m \geq \varepsilon$ $\omega \text{ irrestrito}$ $m = 1, 2, \dots, M$ $n = 1, 2, \dots, N$ $j = 1, 2, \dots, J$	$F_{CCR}^* = \min \left\{ \theta - \varepsilon \left(\sum t_m + \sum s_n \right) \right\}$ <p>Sujeito a</p> $\sum z_j \mu_{jm} - t_m = u_{0m}$ $\theta^* x_{0n} - \sum z_j x_{jn} - s_n = 0$ $\sum z_j = 1$ $n = 1, 2, \dots, N$ $z_j \geq 0$ $t_m \geq 0$ $s_n \geq 0$ $m = 1, 2, \dots, M$ $n = 1, 2, \dots, N$ $j = 1, 2, \dots, J$
ORIENTAÇÃO: INPUT	
$E^* = \min \left\{ \sum v_n x_{0n} + \omega \right\}$ <p>Sujeito a</p> $\sum \mu_m u_{0m} = 1$	$F_{CCR}^* = \max \left\{ \theta + \varepsilon \left(\sum t_m + \sum s_n \right) \right\}$ <p>Sujeito a</p> $\sum z_j x_{jn} + s_n = x_{0n}$

⁴ Também conhecido como VRS – *Variable Returns of Scale*

$\sum v_n x_{jn} - \sum \mu_m u_{jm} \geq 0$ $v_n \geq \varepsilon$ $\mu_m \geq \varepsilon$ $\omega \text{ irrestrito}$ $m = 1, 2, \dots, M$ $n = 1, 2, \dots, N$ $j = 1, 2, \dots, J$	$\theta^* u_{0m} - \sum z_j u_{jm} + t_m = 0$ $\sum z_j = 1$ $z_j \geq 0$ $t_m \geq 0$ $s_n \geq 0$ $m = 1, 2, \dots, M$ $n = 1, 2, \dots, N$ $j = 1, 2, \dots, J$
Onde: $\varepsilon > 0$ é um número não arquimediano.	

Figura 4 – Modelo BCC Básico

Observe-se que a única diferença entre os Modelos CCR e BCC Básicos é a restrição adicional $\sum z_j = 1$, na forma do envelopamento, e a variável dual correspondente ω na forma dos multiplicadores dos Modelos BCC. Dada esta razão, $F_{CCR}^* \leq F_{BCC}^*$ quando se estuda a contração de consumo, e $F_{CCR}^* \geq F_{BCC}^*$ quando se estuda a expansão da produção. Portanto, $F_{CCR}^* = F_{BCC}^*$ quando a restrição $\sum z_j = 1$ não tem efeito e $F_{CCR}^* \neq F_{BCC}^*$ quando ela é atuante. Este fato, aliado as características primal - dual das soluções ótimas de problemas de programação linear, permite inferir que:

- quando $F_{CCR}^* = F_{BCC}^*$, a contração do consumo e a eliminação dos excessos de produtos e folgas de insumos geram um plano de operação eficiente $[U_0; X_0]$, que está localizado em uma região da fronteira de eficiência que apresenta retornos de escala constantes; e,
- quando $F_{CCR}^* \neq F_{BCC}^*$, o plano de operação eficiente $[U_0; X_0]$ está localizado em uma região da fronteira de eficiência que apresenta retornos de escala crescentes quando $\omega^* < 0$, ou retornos decrescentes quando $\omega^* > 0$.

4. METODOLOGIA PROPOSTA

Este capítulo tem por finalidade apresentar detalhadamente o caminho que se pretende percorrer para solucionar o problema de pesquisa, especificando as informações de interesse e análises, contemplando não só a fase de exploração dos dados, bem como a seleção dos dados coletados e a definição de instrumentos e procedimentos para análise dos dados. Desta forma, para um melhor encadeamento de idéias, este capítulo foi dividido nos seguintes tópicos: Objetivos e Variáveis.

4.1 Objetivos

4.1.1 Objetivo Geral

Construir um Modelo para Avaliação de Desempenho do Centro Cirúrgico do Hospital Clementino Fraga Filho (HUCFF), o Modelo SIMDEA (ou de Duas Fases), o qual utilize os resultados da Simulação e estime o impacto de fatores e atores de seu ambiente operacional em sua produtividade.

4.1.2 Objetivos Específicos

Objetivo Específico 1 (primeira fase): construir um Modelo de Simulação para as especialidades que atuam no centro cirúrgico do HUCFF e que permita: maximizar a utilidade da informação coletada, identificar alternativas alocativas potenciais para seus recursos humanos e construir DMUs artificiais com estes resultados.

Objetivo Específico 2 (segunda fase): construir um Modelo de DEA que utilize os resultados do Modelo de Simulação, com a criação de variáveis artificiais, em conjunto com os dados primários coletados no HUCFF e aplicar o Modelo SIMDEA proposto ao centro cirúrgico do Hospital universitário Clementino Fraga Filho (HUCFF), com a posterior análise de seus resultados ao considerar as DMUs artificiais como *benchmarks* para as DMUs originais, criadas a partir dos dados primários.

4.2 Variáveis

Trata-se de modelo de “entrada-saída” que controla, supondo desconhecidas, complexidades inerentes à estrutura organizacional interna e ao processo de transformação, de acordo com a Figura 5. No caso, os x 's representam insumos (*inputs*), utilizados no processo de transformação, e os y 's denotam os produtos e serviços prestados (*outputs*). Os y 's podem também representar resultados intermediários de estratégias de trabalho ainda não completadas ou finalizadas, assim como objetivos, mensuráveis ou categorizáveis, da organização.

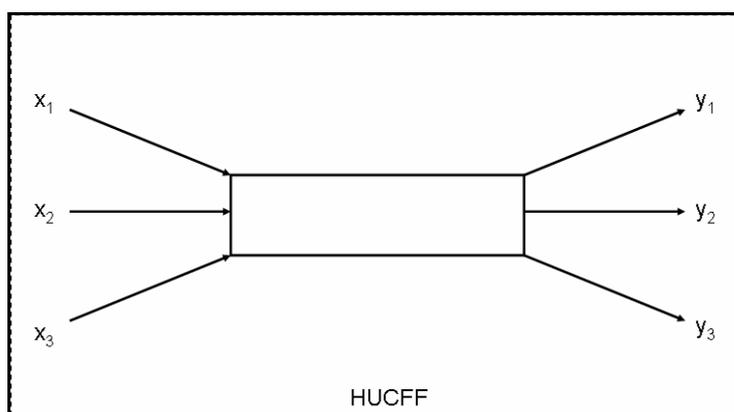


Figura 5 – A Organização Hospitalar do Centro Cirúrgico do HUCFF

Para a escolha das variáveis, foram relevadas as considerações de GOLANY e ROLL (1989), os quais estabeleceram três principais fases na implementação da DEA, que são:

- i. Definição e seleção das DMUs a entrarem na análise.
- ii. Seleção das variáveis (*inputs* e *outputs*) que são relevantes e apropriadas para estabelecer a eficiência relativa das DMUs selecionadas.
- iii. Escolha e aplicação dos modelos DEA.

A primeira fase visa à determinação do conjunto de DMUs homogêneas a serem avaliadas. Por DMUs homogêneas entendemos as que realizam as mesmas tarefas com os mesmos objetivos, que estão trabalhando nas mesmas condições de mercado, e tais que as variáveis utilizadas são iguais, com exceção de sua magnitude. Uma vez definidas as DMUs, devemos determinar o número das mesmas. Indica-se que o número de DMUs deve ser o dobro (no mínimo) do número de variáveis utilizadas no modelo, em se tratando de modelos DEA tradicionais (ESTELLITA LINS e MOREIRA, 1999).

NORMAN e STOKER (1991) propõem o uso de análise de correlação para eliminar variáveis redundantes enquanto STERN *et al.* (1994) propõem o uso de análise canônica para este fim. Argumentam STERN *et al.* (1994) que a existência de alta correlação entre variáveis não necessariamente significa que uma delas possa ser excluída sem ocasionar mudanças nos resultados de DEA e que, por essa razão, ainda não existe uma solução analítica para o problema de escolha de variáveis.

Para ESTELLITA LINS & MOREIRA, (1999), a segunda fase, a seleção de variáveis, considera uma grande lista inicial de possíveis variáveis a entrar no modelo. Estas variáveis podem ser controláveis ou não, pois existem novos modelos DEA que consideram diferentes tipos de variáveis. Também podem ser qualitativas ou quantitativas, sendo que as variáveis qualitativas devem tomar um valor físico a fim de torná-las mensuráveis. A introdução de um grande número de variáveis resulta em uma maior explicação das diferenças entre as DMUs, mas, por outro lado, fará com que um número maior de DMUs esteja na fronteira. O incremento de muitas variáveis reduz a capacidade da DEA de discriminar as DMUs eficientes das ineficientes. Portanto, o modelo deve ser mantido o mais compacto possível para maximizar o poder discriminatório da DEA.

Conforme ESTELLITA LINS e MOREIRA (2000) a literatura sobre DEA, extensivamente referenciada por CHARNES *et al.* (1995) e COELLI *et al.* (1998), não tem se dedicado muito à seleção de variáveis para modelagem, pelo contrário têm adotado uma abordagem baseada na opinião do interessado, usuário e/ou especialista. Desta forma, os autores afirmam que não é preciso se preocupar em utilizar alguma técnica para seleção de variáveis quando se tem uma pequena disponibilidade de variáveis e grandes quantidades de observações, ou até mesmo nos casos em que o número de DMUs é pequeno em relação ao número de possíveis *inputs e outputs*. Assim, estes autores limitam-se a afirmar que as variáveis escolhidas são as que melhor descrevem o desempenho das DMUs sob análise. Mesmo assim alguns autores buscam contornar o problema da escolha de variáveis em modelos de DEA apresentando com isto várias abordagens, dentre elas podem ser mencionadas por sua praticidade, três.

A primeira abordagem, de acordo com ESTELLITA LINS e MOREIRA (1999), utiliza a opinião do interessado, usuário e/ou especialista. Esse deve levar em consideração o seguinte:

- se a variável está aportando informação necessária que não tenha sido incluída em outras variáveis;

- se a variável está relacionando ou contribuindo para um ou mais objetivos da aplicação;
- se os dados da variável são confiáveis e seguros;
- se explicam a eficiência de uma DMU.

Na segunda abordagem, utilizada ainda por ESTELITTA LINS e MOREIRA (1999), parte-se de um par *input-output* inicial que tenha alta correlação. O critério de seleção de novas variáveis a serem inseridas é verificar qual das variáveis candidatas provoca maior eficiência média no modelo. O método pára ao atingir o número de variáveis considerado ideal.

Uma terceira abordagem possível é a utilizada por GOLANY e ROLL (1989) para selecionar as variáveis que deverão ser excluídas do modelo. Relatam que para testar o poder de discriminação de diferentes fatores, o modelo é executado com uma série de combinações desses fatores. Então, várias técnicas de agrupamento podem ser aplicadas às DMUs, usando as pontuações de eficiência resultantes. Os fatores que não alterarem significativamente tais grupamentos são candidatos a sair do modelo.

Em FAÇANHA e MARINHO (2001), o leitor encontra comentários sobre a delicada tarefa de definir e mensurar as variáveis que serão definidas como *inputs* e *outputs* nas organizações hospitalares. A lista de variáveis inicialmente utilizada nesta Dissertação está identificada a seguir.

4.2.1 Definição Conceitual das Variáveis

O exame da literatura que ampara desenvolvimentos posteriores do texto, conjugado com esforços de análise e de síntese que convém assinalar, permite inferir que um modelo para representação de um centro cirúrgico hospitalar deveria considerar, pelo menos, as seguintes categorias de variáveis:

Inputs:

a) *inputs* de trabalho (Recursos Humanos): nesta categoria incluem-se os *inputs* representativos dos esforços que os diversos tipos de mão-de-obra fazem para atingir os objetivos do centro cirúrgico. Nesta Dissertação foram considerados: número de médicos, discriminados por especialidade, envolvidos diretamente com os procedimentos cirúrgicos realizados;

b) *inputs* financeiros: teoricamente medidas dos esforços efetivos aplicados deveriam ser utilizadas (por exemplo, HH trabalhadas). Em uma inovação, ao longo desta

Dissertação, foi apurado o valor da variável \$/H (Reais/Hora), discriminado por especialidade.

Outputs:

a) outputs relacionados ao tratamento: descrevem o processo pelo qual o paciente passou na unidade hospitalar. Foram considerados: número de cirurgias programadas, efetivamente realizadas, e cirurgias de emergência por especialidade.

4.2.2 Variáveis Inicialmente disponíveis

O conjunto de dados coletados no HUCFF é referente ao período compreendido entre janeiro de 2005 até agosto de 2006, e permite desenvolver o exercício que se apresentará no desenvolvimento dos modelos de Simulação e de DEA, e engloba as seguintes variáveis apuradas através das planilhas de acompanhamento do Movimento Cirúrgico mensal:

inputs — SIGLAS

a) inputs de trabalho (Recursos Humanos):

1 - número de médicos da especialidade (MEDESP);

b) inputs financeiros:

1 – a princípio, esta variável correspondeu à média do montante dos salários pagos - observadas as simplificações que serão tecidas ainda neste item, por mês, aos médicos que compõem determinada especialidade cirúrgica, no período considerado entre JAN/2005 a AGO/2006 (SALMEDESP);

outputs — SIGLAS

a) outputs relacionados ao tratamento:

1 - número de cirurgias programadas (CIRPROGRA);

2 – número de cirurgias efetivamente realizadas (CIREFETIVA);

3 – número de cirurgias de emergência (CIREMERG);

O salário aqui considerado foi apurado com base na estipulação de médias, dentro do período abrangido nesta Dissertação, a partir das informações coletadas no SINTUFRJ (Sindicato dos trabalhadores da UFRJ), sobre o Plano de Carreira dos Cargos Técnico Administrativos em Educação, válido também para o HUCFF, teor da Lei Federal n.º 11.091 de 12 de janeiro de 2005, considerando-se que está envolvido no Modelo de DEA os seguintes profissionais com sua respectiva remuneração:

- Médicos, de nível superior, os quais atuam em suas respectivas especialidades, com nível de classificação “E”, padrão de vencimento “13” (considerando-se experiência de 25 anos de serviço público), nível de capacitação 1, fazendo jus a 15% de incentivo a qualificação (por possuir Mestrado em área de conhecimento com correlação direta), com remuneração média de R\$ 1.807,66; somando-se os 15%, corresponderia ao montante de R\$ 2.078,80 (em 2005) e, para o ano de 2006, no mesmo raciocínio, inicialmente com a remuneração de R\$ 2.176,89, somando-se os 15%, corresponderia ao montante de R\$ 2.503,42; esta remuneração corresponde a jornada de trabalho de 20 H semanais; para o cálculo dos valores reais, segundo a opinião dos especialistas do HUCFF, especificamente para estes profissionais, estas remunerações devem ser dobradas, correspondendo a uma jornada laboral de 40 H semanais. Apura-se o salário médio mensal no período considerado (20 meses) através da média ponderada, obtendo-se o valor de R\$ 4.497,30. Segundo a opinião dos especialistas do HUCFF, esta média é muito próxima à realidade atual do HUCFF.

Outra consideração de interesse, em relação às variáveis disponíveis, é a existência de *outliers*, de acordo com as análises estatísticas destas variáveis que são apresentadas no Apêndice “B”.

4.3 Análise do Banco de Dados

Os dados foram obtidos a partir dos documentos disponibilizados pelo centro cirúrgico do HUCFF, e posteriormente tabulados (organizados) e apresentados no Apêndice “A”, buscando permitir um eficiente acesso à informação e facilitar a sua análise.

Ainda em complemento às informações disponibilizadas, o Autor realizou diversas entrevistas, no próprio centro cirúrgico do HUCFF, visando se familiarizar com os problemas existentes, e ainda obter parâmetros empíricos quantitativos e qualitativos acerca destas informações. Os obtidos foram analisados tabulados e estão disponíveis no Apêndice “A”; a análise estatística univariada para as variáveis associadas às especialidades cirúrgicas está apresentada no Apêndice “B” (primeira parte), com a sua respectiva análise bivariada (segunda parte), realizada a partir da correlação entre duas variáveis.

Para a análise estatística destes dados, foram utilizados os softwares MICROSOFT EXCEL 2003, SPSS 12.0 *for Windows*, STATISTICA - 6, da *Statsoft*, e BESTFIT da *Palisade Decision Tools* para os cálculos estatísticos.

Importa ainda elucidar que o HUCFF, em seus inventários, contabiliza o número de cirurgias de emergência a parte do número de cirurgias efetivas, ou seja, o número total de procedimentos cirúrgicos realizados em um determinado mês para uma especialidade corresponde ao somatório do número de cirurgias efetivas com o número de cirurgias de emergência.

Abaixo dos gráficos de pizza e linha segue, em síntese apertada, uma explanação sobre os incrementos e decréscimos nos quantitativos de procedimentos cirúrgicos e as especialidades cirúrgicas. Neste mesmo item, apresentam-se ainda algumas Figuras e Tabelas para facilitar a compreensão das causas de suspensões de cirurgias e sua evolução no período considerado.

Ao final, foram apresentados ainda, de acordo com as informações coletadas nas Planilhas de Despesa do Paciente na Sala de Operação referente ao mês de agosto de 2006 (mês este escolhido ao acaso), os valores de sua estatística básica, resultados este que virão a compor a variável TEMPMEDIO que será introduzida no Modelo de DEA. Este dado constitui uma simplificação, dada à impossibilidade da contagem manual dos tempos de cirurgia destas Planilhas para todo o período considerado nesta Dissertação, e a indisponibilidade de seu registro no sistema de informática do HUCFF (MEDTRACK).

Aqui se faz uma ressalva: agregada a opinião dos especialistas do HUCFF, existe um padrão bem definido de tempo de duração para cada especialidade cirúrgica, o qual sugere a existência de dois tipos de cirurgias em cada especialidade - as que demoram mais ou menos de acordo com o tipo de procedimento e complexidade envolvida. Portanto, esta Dissertação não se propõe a definir, ou rotular tempos médios de duração para os procedimentos cirúrgicos, mas sim, em uma aproximação da realidade, utilizar as informações disponíveis. A própria simulação depende desta visão, e trabalha com as distribuições ajustadas destes tempos.

4.3.1 Cirurgias Programadas

A Figura 6 evidencia os percentuais de participação das especialidades no número total de cirurgias programadas, que correspondeu a 14.789 cirurgias; a Figura 7 apresenta a evolução mensal destes dados no período considerado nesta Dissertação.

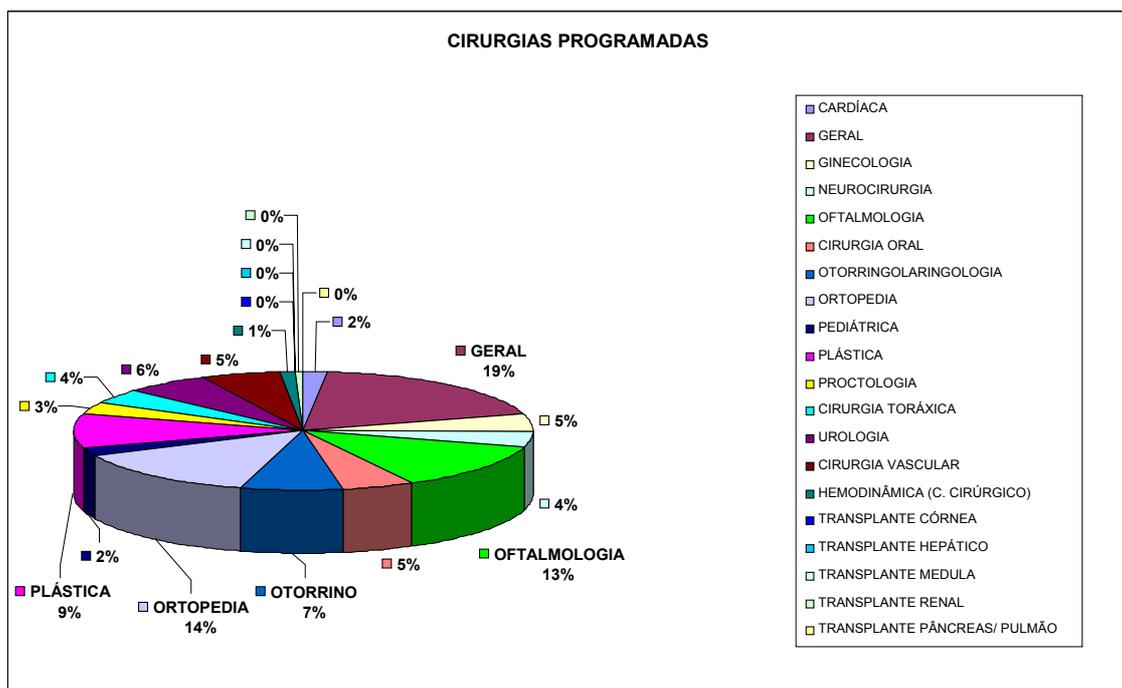


Figura 6 – Quantitativos de Cirurgias Programadas, por Especialidade, no Período compreendido entre JAN/2005 a AGO/2006

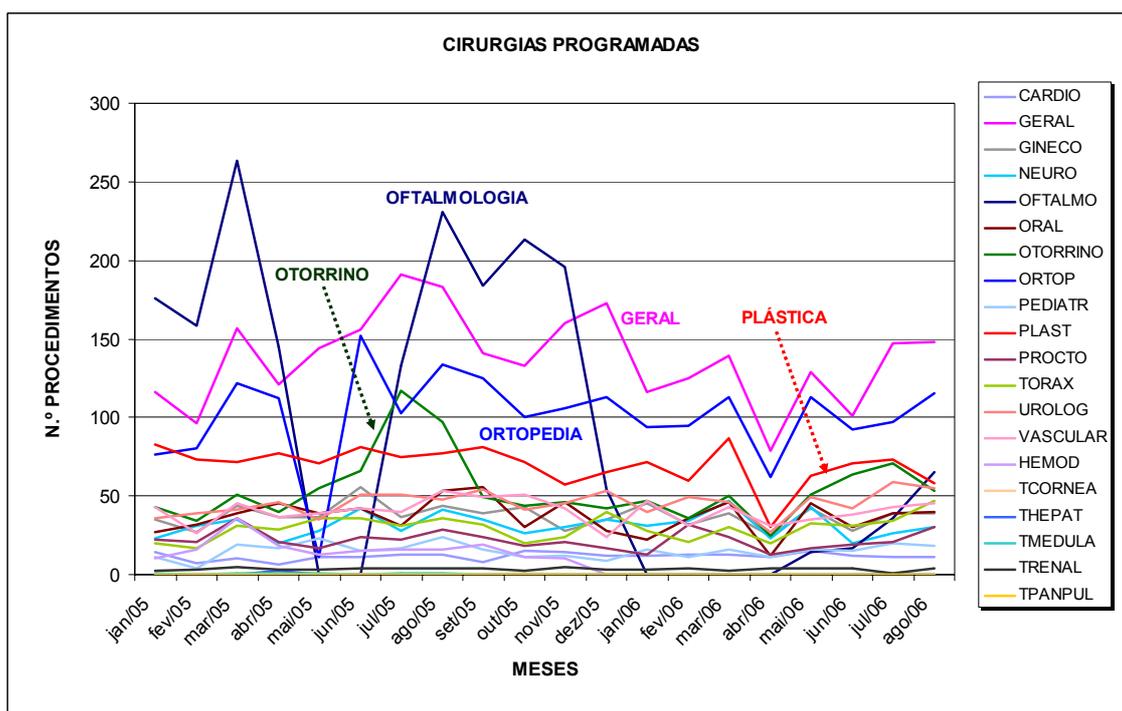


Figura 7 – Evolução Mensal do Número de Cirurgias Programadas no Período compreendido entre JAN/2005 a AGO/2006

Verifica-se através da Figura 7 que as especialidades Geral, Oftalmologia, Ortopedia e Plástica lideram o *ranking* do número de cirurgias programadas durante todo o período considerado; observa-se ainda que houve uma queda abrupta da

especialidade Oftalmologia, a qual não realizou nenhum procedimento cirúrgico no meses de maio e junho de 2005; o mesmo correu no período compreendido entre janeiro a abril de 2006; é verificado ainda que a especialidade Plástica apresentou uma queda abrupta em momento imediatamente anterior, pois realizou apenas 11 procedimentos cirúrgicos no mês de maio de 2005; no mês de abril de 2006 houve uma redução no número de cirurgias programadas de todas as especialidades. Verifica-se ainda que a especialidade Otorrinolaringologia, por vezes, ocupa a 3ª posição no *ranking*.

4.3.2 Cirurgias Efetivas

A Figura 8 evidencia os percentuais de participação das especialidades no número total de cirurgias efetivas, que correspondeu a 10.848 cirurgias; a Figura 9 apresenta a evolução mensal destes dados no período considerado nesta Dissertação.

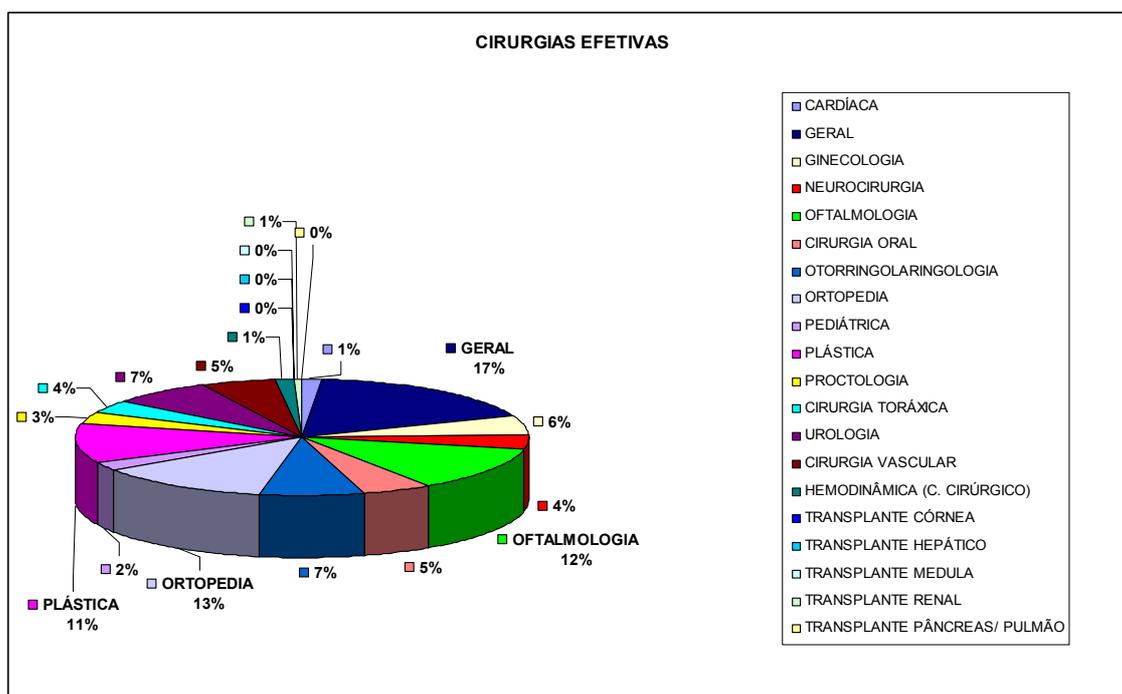


Figura 8 – Quantitativos de Cirurgias Efetivas, por Especialidade, no Período compreendido entre JAN/2005 a AGO/2006

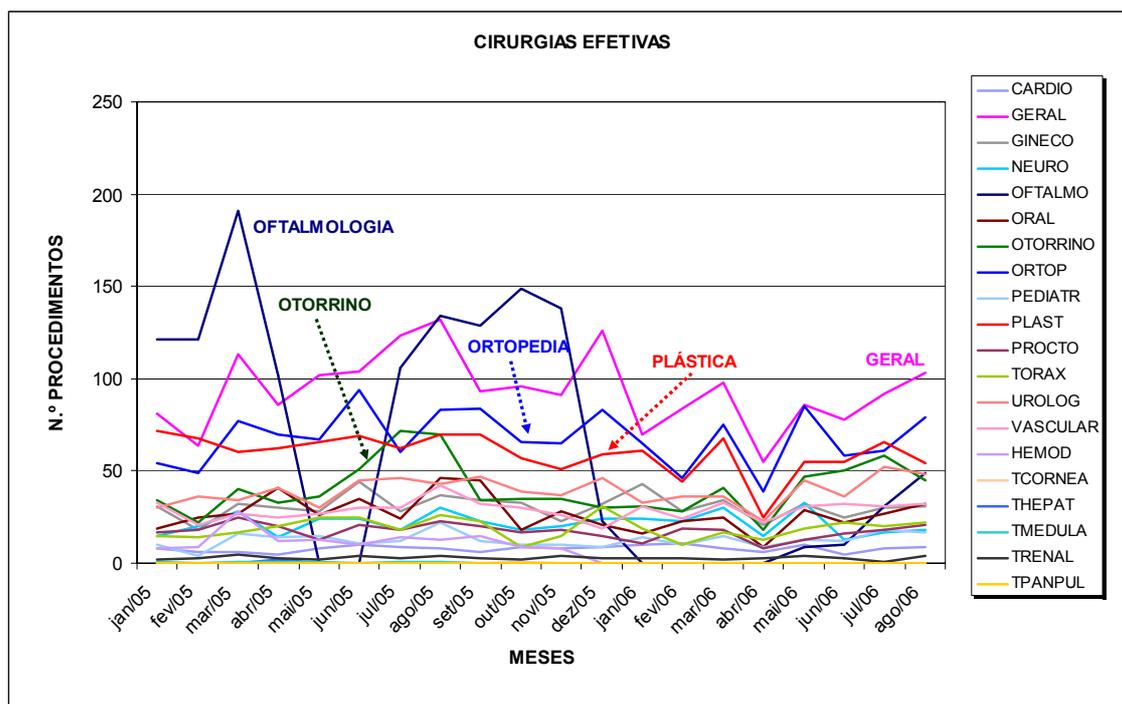


Figura 9 – Evolução Mensal do Número de Cirurgias Efetivas no Período compreendido entre JAN/2005 a AGO/2006

Observa-se a partir da Figura 9 que o *ranking* de liderança das especialidades, em relação ao número de cirurgias efetivas, continua sendo o mesmo, porém seguido agora da especialidade Otorrinolaringologia, a qual não se mantém como absoluta na 4ª posição deste *ranking*, sofrendo oscilações em alguns meses do período observado.

4.3.3 Cirurgias de Emergência

A Figura 10 evidencia os percentuais de participação das especialidades no número total de cirurgias de emergência, que correspondeu a 1.342 cirurgias; a Figura 11 apresenta a evolução mensal destes dados no período considerado nesta Dissertação.

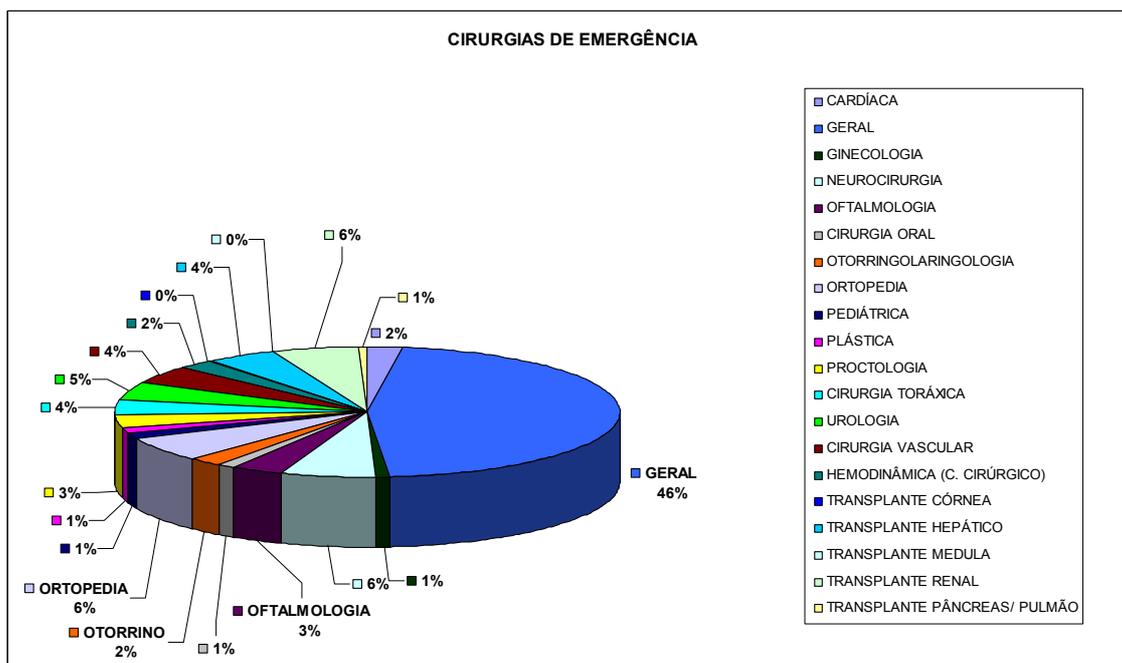


Figura 10 – Quantitativos de Cirurgias de Emergência, por Especialidade, no Período compreendido entre JAN/2005 a AGO/2006

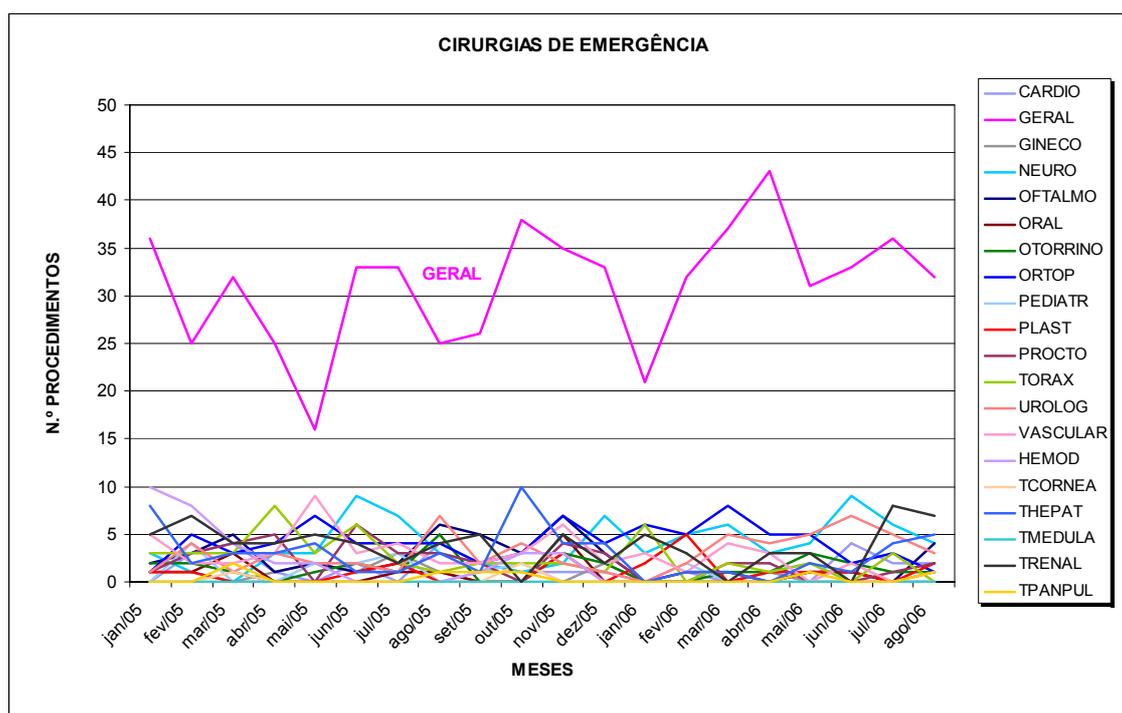


Figura 11 – Evolução Mensal do Número de Cirurgias de Emergência no Período compreendido entre JAN/2005 a AGO/2006

A Figura 11 explicita um comportamento interessante: a hegemonia absoluta da especialidade Geral liderando novamente o *ranking*, e diversas oscilações nas outras especialidades, sempre em número inferior a 10 procedimentos, no período considerado.

4.3.4 Suspensões de Cirurgias

A Figura 12 evidencia os percentuais de participação das especialidades no número total de suspensões de cirurgias, que correspondeu a 4.020 suspensões; a Figura 13 apresenta a evolução mensal destes dados no período considerado nesta Dissertação.

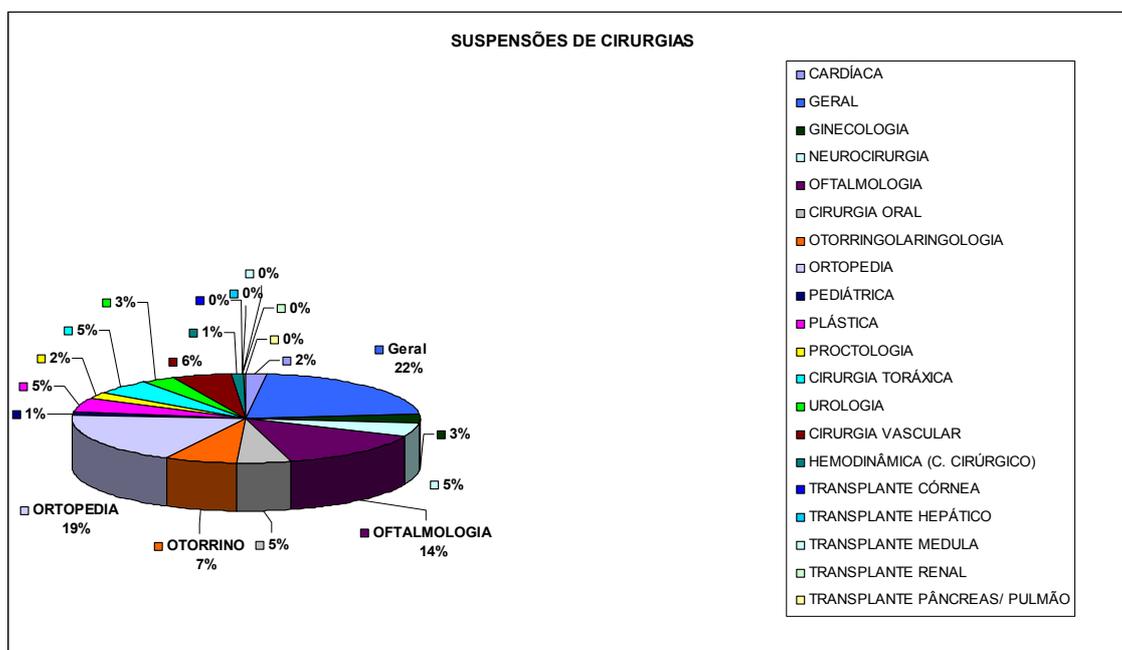


Figura 12 – Quantitativos de Suspensões de Cirurgias no Período compreendido entre JAN/2005 a AGO/2006

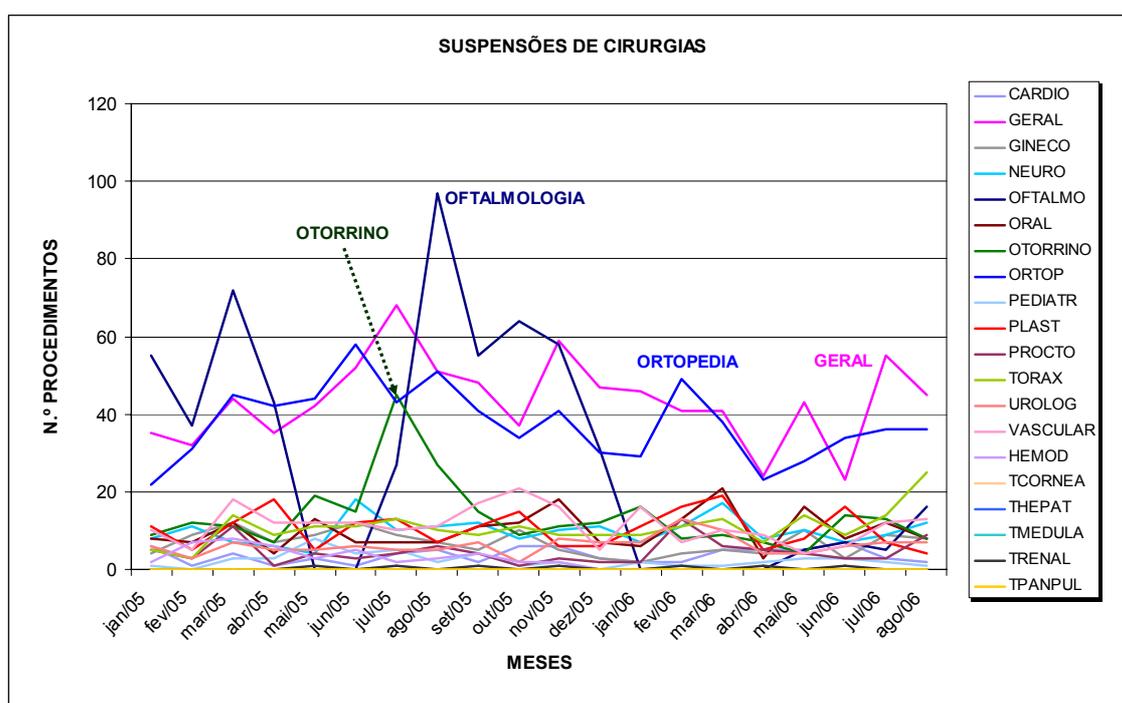


Figura 13 – Evolução Mensal do Número de Suspensões de Cirurgias no Período compreendido entre JAN/2005 a AGO/2006

Através da Figura 13 verifica-se que as especialidades Geral, Ortopedia e Oftalmologia voltam a liderar o *ranking* de suspensões de cirurgias; o pico observado na especialidade Otorrinolaringologia refere-se a suspensão de 45 cirurgias no mês de julho de 2005.

Neste ponto esclarece-se que as suspensões de cirurgias ocorrem por diversos motivos, os quais são classificados nas seguintes variáveis agregadas:

- suspensões por motivos de ordem estrutural – problemas com o laboratório, falta de água e luz, marcação indevida, e outros;
- suspensões por motivos de ordem material – falta de equipamento de vídeo, falta de equipamento de anestesia, roupa estéril, e outros;
- suspensões por problemas com o paciente – alimentou-se, não internou, sem condições clínicas ou cirúrgicas, e outros; e
- suspensões por falta de recursos humanos – falta de um dos componentes da equipe cirúrgica.

A Figura 14 apresenta a evolução mensal destes motivos ensejadores de suspensão de cirurgia; na mesma Figura foram representadas ainda as causas que tiveram umas participações em valores percentuais superior a 20% na variável agregada.

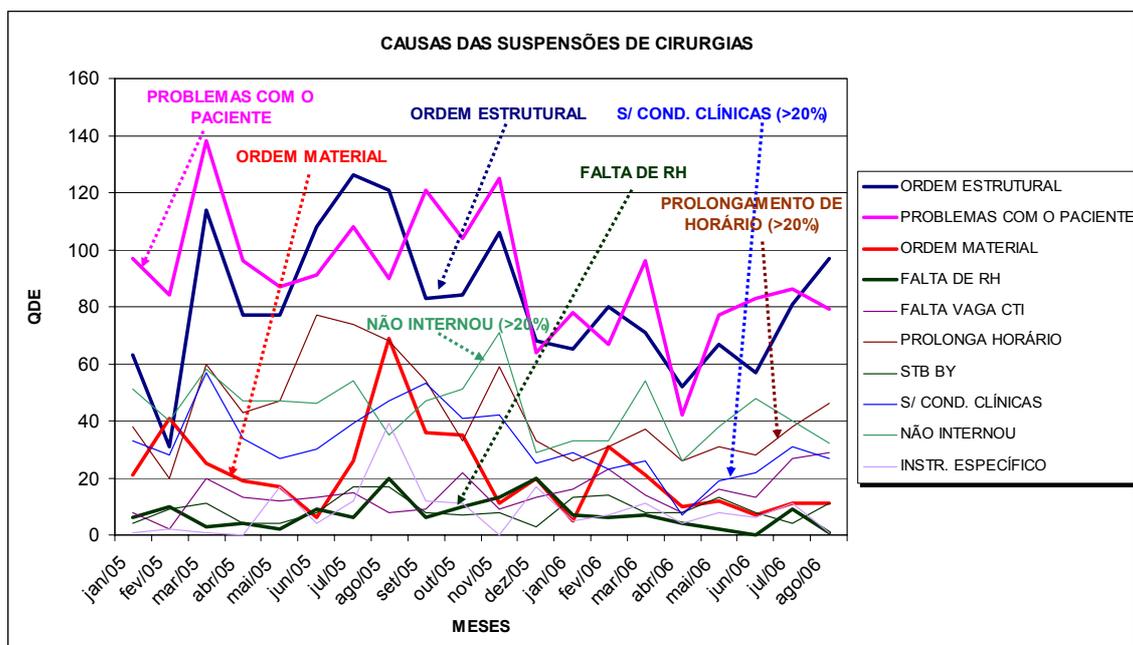


Figura 14 – Evolução Mensal do Número de Cirurgias Efetivas no Período compreendido entre JAN/2005 a AGO/2006

A Figura 14 é esclarecedora quando comparada com o número de Cirurgias Programadas - Figura 7, e o número de Cirurgias Efetivas - Figura 9. A análise da evolução temporal destes dados revela ainda que a variável agregada Problemas com o Paciente lidera o *ranking* dos motivos das suspensões, observando-se que, dentre as componentes desta variável agregada, a causa “Paciente não Internou” (880 suspensões) participa com aproximadamente 21,89% do valor total das suspensões observadas no período (4.020 suspensões); da mesma forma a causa “Sem Condições Clínicas” (640 suspensões) participa com aproximadamente 15,92% deste valor. Para a variável agregada Problemas de Ordem Estrutural, a qual ocupa a segunda posição no *ranking*, verifica-se que a causa “Prolongamento de Horário” (869 suspensões) colabora com aproximadamente 21,62% do valor total das suspensões observadas no período; da mesma forma, a causa “Falta de Vaga no CTI” (290 suspensões) participa com cerca de 7%, seguida da causa “*Stand By*” (179 suspensões), que participa com aproximadamente 4,45% na composição do valor total de suspensões.

Na mesma Figura, observa-se ainda que para a variável agregada Suspensões de Cirurgias por Problemas de Ordem Material (3ª posição no *ranking*), a causa “Falta de Instrumentos Específicos” colabora com aproximadamente 6,2% do valor total de suspensões observadas no período de análise; para a variável agregada Falta de Recursos Humanos (RH) – 4ª posição no *ranking*, nenhuma de suas componentes ultrapassou a margem de 2% no valor total de suspensões observadas, evidenciando uma participação muito pequena neste valor.

Visando um maior entendimento sobre as causas das suspensões de cirurgia, seguindo a convenção de siglas abaixo, foi elaborada a Tabela 1, a qual transcreve a estatística básica destas causas, para o período considerado nesta Dissertação, em valores absolutos.

a) problemas de ordem estrutural: corresponde ao número de suspensões de cirurgias por:

- 1 – falta de vaga no CTI/ECI (FALVAGA);
- 2 – falta de água/luz (FALAGLUZ);
- 3 – falta de sangue e derivados (FALSANGUE);
- 4 – falta do laboratório (FALLAB);
- 5 – prolongamento de horário (PROLHORA);
- 6 – liberado cirurgia emergência (LIBEMERG);
- 7 – substituição outra cirurgia (SUBSTCIR);
- 8 – suspensa na unidade de internação (SUSPUI);

9 – Stand By – (STDBY);

10 – marcação indevida – (MARCIND);

11 – outros não discriminados – (ESTROUTROS);

b) problemas de ordem material: corresponde ao número de suspensões de cirurgias pela falta de:

1 – equipamento de vídeo (EQUIVIDEO);

2 – equipamento de anestesia (EQUIANE);

3 – instrumento cirúrgico (INSTRCIR);

4 – material específico (MATESP);

5 – roupa estéril (ROUPA);

6 – medicação / soluções (MEDSOLU);

7 – material de consumo (MATCONS);

8 – intensificador (INTENS);

9 – outros (MATOUTROS);

c) problemas com o paciente:

1 – alimentou-se (ALIMENT);

2 – antecipada a cirurgia (ANTCIR);

3 – recusou-se a operar (RECUSAOP);

4 – sem indicação cirúrgica (SEMINDCIR);

5 – sem condições clínicas (SEMCLINI);

6 – paciente não internou (NEGAINT);

7 – para reavaliação (REAVALIA);

8 – falta de exames (FALTEXAM);

9 – complicações anestésicas (COMPLANEST);

10 – não liberado pelo SAC (NEGASAC);

11 – falta Termo de Consentimento (FALTTERMO);

12 – sem justificativa (SEMJUST);

13 – outros não especificados (PACOUTROS);

d) problemas relacionados à falta de recursos humanos:

1 – falta de cirurgião (FALTCIRURGIAO);

2 – falta de anestesiológico (FALTANESTESIOL);

3 – outros (RHOUTROS);

TIPO DE SUSPENSÃO	CAUSA	MÉDIA	DESVIO PADRÃO	MÍNIMO	MEDIANA	MÁXIMO
PROBLEMAS DE ORDEM ESTRUTURAL	FALVAGA	14,5	6,84	2	13	29
	FALAGLUZ	0,05	0,22	0	0	1
	FALSANGUE	1,25	3,77	0	0	17
	FALLAB	0,35	0,67	0	0	2
	PROLHORA	43,45	16,76	20	38	77
	LIBEMERG	4,1	3,67	0	3,5	14
	SUBSTCIR	0,85	3,12	0	0	14
	SUSPUI	1,95	1,99	0	1,5	7
	STDBY	8,95	4,22	3	8	17
	MARCIND	4,5	4,95	0	2,5	8,5
	ESTROUTROS	1,45	2,41	0	0	7
PROBLEMAS DE ORDEM MATERIAL	EQUIVIDEO	2,55	3,80	0	1	14
	EQUIANE	2,7	6,11	0	0	26
	INSTRCIR	0,35	0,59	0	0	2
	MATESP	8,45	8,99	0	6,5	39
	ROUPA	2,05	4,25	0	0	16
	MEDSOLU	3,10	6,93	0	0	24
	MATCONS	1,95	4,39	0	0	13
	INTENS	0,15	0,49	0	0	2
	MATOUTROS	0,4	1,57	0	0	7
PROBLEMAS COM O PACIENTE	ALIMENT	1,45	1,15	0	1,5	4
	ANTCIR	3,45	1,90	1	3	7
	RECUSAOP	1,25	0,85	0	1	3
	SEMINDCIR	1,15	1,04	0	1	3
	SEMCLINI	32	11,85	7	29,5	57
	NEGAINT	44	11,13	26	46,5	71
	REAVALIA	1,4	0,94	0	1,5	3
	FALTAEXAM	2,85	1,42	0	3	6
	COMPLANEST	0,7	0,98	0	0	3
	NEGASAC	0,7	0,98	0	0	3
	FALTTERMO	0,25	0,44	0	0	1
	SEMJUST	1,15	1,22	0	1	5
	PACOUTROS	0,3	0,57	0	0	2
RH	FALTCIRURGIAO	3,65	2,99	0	2,5	10
	FALTANESTESIOL	2	2,05	0	2	7
	RHOUTROS	1,6	3,31	0	0	11
Trat.	CIRPROGRA	739,45	166,60	373	727,5	1084
	CIREFETIVA	542,40	116,66	266	540,5	784
	CIREMERG	67,1	9,47	46	68	89

Tabela 1 – Estatísticas Básicas das Causas de Suspensões de Cirurgias observadas no Período entre JAN/2005 a AGO/2006

Estes dados, referentes às diversas suspensões de cirurgias, não foram considerados nesta Dissertação, em função da indisponibilidade de associação destas

suspensões a cada especialidade cirúrgica individualmente, os quais, até o mês de julho de 2006, foram inventariados apenas em valores totais de motivos de suspensões, de acordo com a planilha de acompanhamento do Movimento Cirúrgico mensal, fonte primária dos dados utilizados nesta Dissertação.

Por fim, a Tabela 2 apresenta um dado de especial interesse para esta Dissertação: a síntese da estatística básica dos tempos médios dos procedimentos cirúrgicos. Frisa-se novamente que estes dados refletem uma simplificação, e foram apurados através da contagem manual das Planilhas de Despesa do Paciente na Sala de Operação do mês de agosto de 2006, mês este escolhido ao acaso.

ESPECIAL.	MÉDIA	MEDIANA	MÍNIMO	MÁXIMO	VARIÂNCIA	DESVIO PADRÃO
CARDIO	247,2727	230	60	590	22661,82	150,5384
GERAL	133,7763	110	20	1150	12141,42	110,1881
GINECO	75,55172	70	5	126	1287,328	35,87935
NEURO	151,4074	100	25	458	17093,48	130,7420
OFTALMO	73,03846	67,5	15	155	1257,410	35,45998
ORAL	73,46667	60	20	160	1771,292	42,08672
OTORRINO	119,2128	112	10	320	5499,910	74,16138
ORTOP	104,9500	92,5	5	265	4349,415	65,95010
PEDIATR	100,7692	120	5	175	3732,526	61,09440
PLAST	120,3818	90	10	380	8383,092	91,55923
PROCTO	139,3636	65	18	475	22036,43	148,4467
TORAX	122,6364	82,5	25	410	13113,86	114,5158
UROLOG	128,2885	87,5	20	515	10220,01	101,0941
VASCULAR	121,6857	105	15	415	9601,281	97,98612
HEMOD	105,0000	105	60	150	2025,000	45,00000
TCORNEA	105,0000	105	60	150	2025,000	45,00000
THEPAT	411,3750	430,5	210	640	25600,84	160,0026
TMEDULA	105,0000	105	60	150	2025,000	45,00000
TRENAL	223,8462	220	155	310	2433,974	49,33533
TPANPUL	470,0000	470	400	540	4900,000	70,00000

Tabela 2 – Síntese da Estatística Básica dos Tempos de Cirurgia Observados no período entre JAN/2005 a AGO/2006 das Especialidades Atuantes no Centro Cirúrgico do HUCFF

5. IMPLEMENTAÇÃO DO MODELO DE SIMULAÇÃO

Este capítulo está estruturado em quatro subitens. O primeiro apresenta uma breve explanação sobre os Componentes inseridos na Simulação. O segundo trata da construção propriamente dita do Modelo de Simulação proposto e os ajustes necessários. O terceiro item trata da análise estatística dos tempos de realização dos procedimentos cirúrgicos, por especialidade. O quarto realiza a análise dos resultados e conclusões do Modelo de Simulação proposto.

5.1 Componentes da Simulação

Para a construção de um modelo é necessário um perfeito conhecimento do problema. O analista deve possuir um domínio completo do conceito, escopo e componentes do sistema. BANKS (1984) define um sistema como um grupo de objetos com interação e interdependência em torno de um determinado propósito. O escopo é determinado através dos limites do sistema estabelecidos dentro de um ambiente.

O sistema que será apresentado nesta Dissertação é o centro cirúrgico do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho (HUCFF). Foram idealizadas as principais atividades relativas aos procedimentos cirúrgicos realizados neste hospital. A estrutura do modelo descreve como as partes se organizam. A sua dinâmica descreve como as partes interagem. A entidade mais importante do sistema é o paciente.

O Estado do Sistema indica a situação em que ele se encontra num certo instante, a qual é aferida através de uma variável ou conjunto de variáveis. O espaço de estados é o conjunto de valores possíveis, obtidos a partir de observações sobre sua performance. Para a obtenção destes valores, todos os dados relativos ao início, a execução, o funcionamento, o tempo de duração e o término de todas as atividades envolvidas no processo de atendimento deverão ser obtidas e avaliadas, em intervalos regulares de tempo. A mudança de estado pode ser de certa forma monitorada.

Os Elementos a serem utilizados neste problema, são todos os recursos físicos (salas de cirurgia e material cirúrgico) e humanos envolvidos nos diversos procedimentos cirúrgicos do HUCFF. Cada elemento possui características próprias que o descrevem, denominadas atributos.

Os Atributos podem estar correlacionados uns aos outros. A diferença verificada no valor do atributo pode causar uma mudança no estado do sistema. O tempo decorrido entre um determinado estímulo e uma mudança significativa de estado é uma das variáveis importantes para avaliar as performances dos cenários.

Variáveis são valores cujo comportamento se deseja observar ao longo do tempo. As variáveis podem ser endógenas, quando determinadas internamente no sistema, ou exógenas, quando não são determinadas internamente, sendo também chamadas independentes. As variáveis exógenas podem ser, ou não, controláveis no processo de atendimento. Neste caso, sendo denominadas variáveis de controle.

Denominam-se parâmetros aos valores que permanecem constantes durante a execução da simulação. A mudança nos valores dos parâmetros afeta o comportamento do sistema.

Entidades são pessoas ou objetos envolvidos no procedimento cirúrgico. Exemplos de entidades do Modelo proposto são: paciente, *Setup*, *Clean_up* e o *Case_Cart*. As entidades podem ser individuais ou grupais. Embora entidades sejam individualmente identificáveis, podem ser agrupadas em classes de entidades semelhantes, como por exemplo, os pacientes submetidos a uma neurocirurgia.

Atividades são operações e/ou procedimentos que têm uma duração de tempo e que requerem a disponibilidade de várias entidades envolvidas. Para o início de uma atividade, e contabilização do tempo de dedicação de centro cirúrgico⁵ é necessário que as condições mínimas sejam satisfeitas. Por exemplo, para que uma intervenção cirúrgica aconteça no local da solicitação do paciente é necessário que haja:

- Disponibilidade de sala de cirurgia devidamente limpa e esterilizada;
- Deslocamento da equipe médica, composta por médicos, técnico de enfermagem e técnicos cirúrgicos⁶;
- Realização do procedimento cirúrgico;
- Remoção do paciente para o local de pós-operatório; e
- Recuperação no pós-operatório, e saída do paciente do Sistema.

Evento é considerado como o instante de tempo no qual entidades trocam de estado. Por exemplo, quando um médico de determinada especialidade cirúrgica está realizando uma cirurgia em um paciente, ele possui um status de ocupado. Quando o

⁵ O Tempo de Dedicção de Centro Cirúrgico é um dado de extrema importância nesta Dissertação, e virá a compor o cálculo da variável $\$/H$ que será inserida no Modelo SIMDEA.

⁶ Esclarece-se que, para início do procedimento cirúrgico, e disparo do cronômetro de Tempo de Dedicção de Centro Cirúrgico, é necessária a presença de todos os participantes para uma determinada cirurgia.

médico termina o procedimento, e o paciente é removido para o pós-operatório num determinado instante, muda-se seu estado para disponível.

5.2 O Modelo de Simulação Proposto

Dada à complexidade e a quantidade de processos existentes no centro cirúrgico do HUCFF, o qual é composto atualmente de 21 (vinte e uma) salas de cirurgia, convém assinalar que este trabalho realizou algumas simplificações e modificações a fim de evidenciar apenas os aspectos inter-relacionados com os possíveis resultados que serão abordados com a Análise Envoltória de Dados (DEA).

É importante esclarecer que este modelo utiliza algumas simplificações como, por exemplo, a fixação de salas de cirurgia para a realização de cada procedimento cirúrgico, bem como a suposição da permanência diária de profissionais de todas as especialidades no centro cirúrgico, não sendo observado os turnos de revezamento de salas de cirurgia e escalas de serviço do pessoal no HUCFF. Ressalta-se ainda que, dada à complexidade da programação do PROMODEL, neste Modelo não foram consideradas, como variáveis isoladas, as diversas suspensões de cirurgia que ocorrem no centro cirúrgico, pois foram embutidas na própria taxa de chegada do paciente. Portanto, o Modelo de Simulação proposto considera o somatório das cirurgias efetivas e de emergência como um resultado único.

5.2.1 Parâmetros Utilizados no Modelo de Simulação

Na Tabela 3 apresenta o número de médicos e residentes, discriminados por especialidade cirúrgica, disponíveis atualmente no HUCFF. Cabe assinalar, em comum senso com a opinião dos especialistas do HUCFF, que os médicos residentes não foram considerados no modelo proposto como sendo Recursos associados à Entidade Paciente, em função do congestionamento que causam ao andamento das atividades do centro cirúrgico (GROSSKOPF *et al.*, 2001).

ESPECIALIDADE	N.º DE MÉDICOS	N.º DE RESIDENTES
CARDIO	8	4
GERAL	24	16
GINECO	12	10
NEURO	9	5
OFTALMO	14	21
ORAL	8	2
OTORRINO	5	2
ORTOP	30	17
PEDIATR	6	2
PLAST	8	6
PROCTO	6	3
TORAX	9	2
UROLOG	10	5
VASCULAR	8	2
ANESTESIOLOGIA	54	14
TOTAL	211	111

Tabela 3 – Disponibilidade atual de Médicos e Residentes no Centro Cirúrgico do HUCFF, Discriminados por Especialidade

O número de médicos associados à Entidade Paciente dos procedimentos cirúrgicos das especialidades Hemodinâmica, Transplante de Córnea, Hepático, de Medula, Renal e de Pâncreas/Pulmão não foi incluído na Tabela 3, devido à indisponibilidade de dados, e ainda a complexidade do procedimento, uma vez que pode envolver determinadas especificidades de acordo com as características do Paciente, e também pelo fato das equipes cirúrgicas destes procedimentos serem compostas por médicos de diversas especialidades que, segundo a própria administração do hospital, possuem uma oferta em perfeita consonância com demanda de seus serviços. Para cada uma destas especialidades cirúrgicas convencionou-se a disponibilidade de 20 (vinte) médicos.

O quantitativo de Técnicos de Enfermaria e Técnicos Cirúrgicos diariamente disponíveis no centro cirúrgico, os quais efetivamente atuam em atividades afins de cirurgia associados à Entidade Paciente, foi obtido através de uma média baseada na escala de serviço mensal do próprio centro cirúrgico, desconsiderando-se, especificamente para os Técnicos Cirúrgicos, o fato de estes profissionais serem efetivos ou contratados, chegando-se aos resultados da Tabela 4. A disponibilidade diária destes profissionais no centro cirúrgico é uma simplificação adotada pelo modelo de simulação, e não corresponde à realidade.

ESPECIALIDADE	N.º DE PROFISSIONAIS
TÉCNICO DE ENFERMAGEM	13
TÉCNICO CIRÚRGICO	40

Tabela 4 – Disponibilidade Diária de Técnicos de Enfermagem e Cirúrgicos no HUCFF

Outro aspecto de interesse é o fato do centro cirúrgico não dispor de empurradores de maca, e esta função atualmente ser exercida pelos próprios Técnicos de Enfermagem e Cirúrgico; como modificação adotada, o modelo proposto considerou a existência suplementar inicial de dois (2) empurradores de maca com dedicação exclusiva para esta função. Pela mesma razão, o modelo proposto considerou, de forma suplementar, a existência inicial de quatro (04) profissionais exclusivos para distribuir e recolher o material cirúrgico esterilizado nas Salas de Cirurgia, o *CMS_Tech*, ou Técnico de Material Cirúrgico; o material sujo, já utilizado, segue para a Sala de Material Sujo (*Dirty_Cart_Loc*), onde aguarda uma distribuição de probabilidade medida equivalente a uma distribuição *Triang(180, 220, 200)* para a sua completa lavagem e esterilização, quando então retorna para a Sala de Material Limpo (*Clean_Cart_Loc*), reiniciando o ciclo.

A taxa de chegada da Entidade Paciente foi apurada com base nas seguintes considerações:

- o HUCFF funciona, em média, 22 dias por mês, com expediente de 8 H/dia;
- no período analisado, de JAN/2005 a AGO/2006, contabilizaram-se 14.789 marcações de cirurgia, valor este que, quando dividido por 20 meses (período total analisado, cada mês com 22 dias), equivale a 33,61 marcações por dia; ainda dividindo-se este valor pelo expediente de 8 H/dia, têm-se o resultado de 4,20 marcações a cada 60 MIN; através de uma simples regra de três, apura-se o intervalo entre chegadas, ou seja o intervalo de tempo correspondente a 1 marcação, que equivale a 14,28 MIN;
- com relação às suspensões de cirurgia, em um raciocínio similar, apurou-se o quantitativo de 4.037 suspensões no período considerado, obtendo-se o intervalo de tempo de 40,87 MIN para a ocorrência de cada suspensão (intervalo entre chegadas);
- para as cirurgias efetivas, as quais totalizaram 10.848 procedimentos cirúrgicos no período considerado, apurou-se o intervalo de tempo de 19,46 MIN para a realização de cada procedimento cirúrgico;
- as cirurgias de emergência, as quais totalizaram 1.342 procedimentos, corresponderam a um intervalo de tempo de 157,37 MIN para a realização de cada procedimento;

Os dados referentes às cirurgias efetivas e de emergência, já descontadas as suspensões, são considerados no Modelo proposto, visando a maior proximidade o possível de uma situação real.

Em um procedimento cirúrgico participam obrigatoriamente, além de médicos e anestesiolista, como Recursos associados à Entidade Paciente:

- 1 instrumentador;
- 1 substituto, que pode exercer tanto a função de instrumentador como a de circulante;
- 1 circulante, que é um técnico livre para apoio à cirurgia.

Assim, neste trabalho, de acordo com a opinião dos especialistas do HUCFF, considerou-se a participação de 1 técnico de enfermagem (instrumentador) e de 2 técnicos cirúrgicos (circulante e substituto) em cada procedimento cirúrgico; também foi apurado o número mínimo de médicos e anestesiolistas atuantes nas diversas especialidades. Os resultados para estes Recursos associados à Entidade Paciente encontram-se sintetizados na Tabela 5.

ESPECIALIDADE	N.º DE MÉDICOS	N.º DE ANESTESIOL.	N.º DE TÉCN. ENFERMAGEM	N.º DE TÉCN. CIRÚRGICOS
CARDIO	2	1	1	2
GERAL	2	1	1	2
GINECO	2	1	1	2
NEURO	2	1	1	2
OFTALMO	1	1	1	2
ORAL	2	1	1	2
OTORRINO	2	1	1	2
ORTOP	2	1	1	2
PEDIATR	2	1	1	2
PLAST	2	1	1	2
PROCTO	2	1	1	2
TORAX	2	1	1	2
UROLOG	2	1	1	2
VASCULAR	2	1	1	2
HEMOD	2	1	1	2
TCORNEA	2	1	1	2
THEPAT	3	1	1	2
TMEDULA	2	1	1	2
TRENAL	2	1	1	2
TPANPUL	2	1	1	2
TOTAL	40	20	20	40

Tabela 5 – Composição das Equipes, por Especialidade, atuantes no Centro Cirúrgico do HUCFF

Verificou-se ainda que a preparação de uma sala de cirurgia, pela equipe composta do instrumentador, substituto e circulante, obedece a uma distribuição de probabilidade *Triang*(15; 18; 22).

De acordo com dados obtidos no próprio centro cirúrgico através de entrevistas, verificou-se ainda que o tempo de esterilização do material já utilizado em uma cirurgia obedece a uma distribuição de probabilidade *Triang*(180; 200; 220).

A capacidade de acomodação de pacientes na sala de pré-operatório é de 13 macas; no pós-operatório de 17 macas; verificou-se ainda a possibilidade de acomodação de mais 2 pacientes sentados aguardando a realização da cirurgia oftalmológica tanto na sala de pré-operatório e como na do pós-operatório. Desta forma, levando-se ainda em consideração a opinião dos especialistas, e ainda a disponibilidade de macas suplementares, neste trabalho foi considerada a possibilidade de acomodação de 35 pacientes tanto na sala de pré-operatório quanto na de pós-operatório.

É importante acrescentar que o Modelo proposto releva a média dos horários de expediente e dias de funcionamento mensal do centro cirúrgico, incorporando ainda uma lógica de processo e movimento similares aos parâmetros observados e medidos no próprio centro cirúrgico do HUCFF. Expõe-se ainda que as frequências de passos de médicos, enfermeiros e empurradores de macas foram medidas (92 passos por min para médicos, anestesiológista, técnicos e demais circulantes; 115 passos por minuto para empurradores de maca com o paciente), visando uma maior fidedignidade nos resultados do modelo.

Outro fato de relevante interesse para a simulação, é que os procedimentos cirúrgicos iniciam-se a partir das 08:30H (expediente com início às 08:00H) e, a partir das 15:00H, não há admissão de qualquer paciente no centro cirúrgico; o expediente encerra-se às 16:00H.

O Modelo proposto foi desenvolvido e testado sob a plataforma do programa PROMODEL, e teve como *background* a planta física adaptada do centro cirúrgico do HUCFF (para a elaboração desta planta foram utilizados os programas Corel Draw e Autocad); como simplificação, respeitada a opinião dos especialistas do HUCFF, este modelo seguiu os parâmetros da própria planta física original e estabeleceu salas de cirurgia fixas, assim exclusivamente dedicadas, para as especialidades cirúrgicas, de acordo com a Tabela 6. O Apêndice "C" apresenta a planta física do centro cirúrgico do HUCFF.

ESPECIALIDADE	N.º SALA DE CIRURGIA
CARDIO	2
GERAL	5, 6, 7, 11, 12
GINECO	5
NEURO	1, 9
OFTALMO	18, 19, 20, 21
ORAL	12
OTORRINO	3
ORTOP	13, 14
PEDIATR	17
PLAST	4
PROCTO	16
TORAX	8
UROLOG	15
VASCULAR	2
HEMOD	17
TCORNEA	10
THEPAT	10
TMEDULA	10
TRENAL	10
TPANPUL	10

Tabela 6 – Salas Dedicadas para as Especialidades Cirúrgicas do HUCFF Convencionadas para a Simulação

5.3 Tempos de Cirurgia

No decorrer deste trabalho, verificou-se a necessidade de se obter as distribuições ajustadas que identificam os tempos médios dos procedimentos cirúrgicos para as diversas especialidades cirúrgicas envolvidas, para o ajuste e calibragem do Modelo; assim foram contabilizados manualmente os dados constantes das Folhas de Despesas do Paciente na Sala de Operação, de arquivo do próprio Centro Cirúrgico, referente ao mês de agosto de 2006, as quais possuem um campo específico para lançamento do tempo de duração de cada cirurgia. As distribuições ajustadas foram obtidas através dos programas BESTFIT da *Palisade Decision* (que utiliza o método do ranqueamento do Chi-Quadrado, e STAT::FIT (PROMODEL) – que utiliza o critério do ajuste de acordo com o Estimador de Máxima Verossimilhança (MLE). Reitera-se que estas distribuições ajustadas são simplificações adotadas nesta Dissertação, não atribuindo qualquer prescrição aos valores aqui considerados⁷.

As médias das distribuições ajustadas, apresentadas no decorrer deste capítulo, foram obtidas através do *Distribution Viewer* do STAT::FIT (PROMODEL).

⁷ A esse respeito ver as considerações já tecidas no item 4.3.

5.3.1 Estatísticas Básicas e Distribuições Ajustadas

Para a especialidade de Cirurgia Cardíaca foram observados 12 procedimentos no mês considerado; sua distribuição ajustada é representada por uma $Erlang(60, 3, 64.2)$, de acordo com a Figura 15; a média desta distribuição de probabilidade ajustada é de 253 MIN por procedimento.

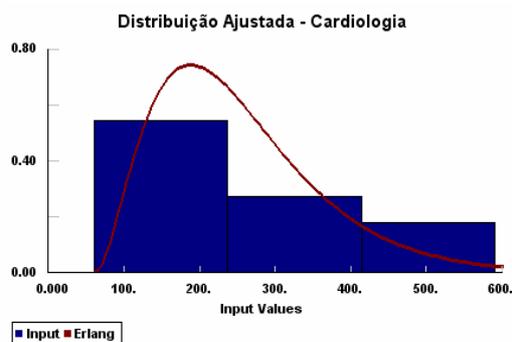


Figura 15 – Distribuição Ajustada para o Tempo Médio de Duração de uma Cirurgia Cardíaca

Para a especialidade de Cirurgia Geral foram observados 153 procedimentos no mês considerado; sua distribuição ajustada é representada por uma $Pearson 6(20, 321, 2.53, 8.11)$, de acordo com a Figura 16; a média desta distribuição de probabilidade ajustada é de 134 MIN por procedimento.

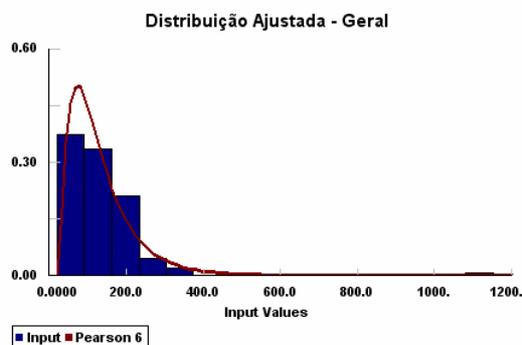


Figura 16 – Distribuição para o Tempo Médio de Duração de uma Cirurgia Geral

Para a especialidade de Cirurgia de Ginecologia foram observados 31 procedimentos no mês considerado; sua distribuição ajustada é representada por uma $Beta(5, 126, 1.04, 1.54)$, de acordo com a Figura 17; a média desta distribuição de probabilidade ajustada é de 53,8 MIN por procedimento.

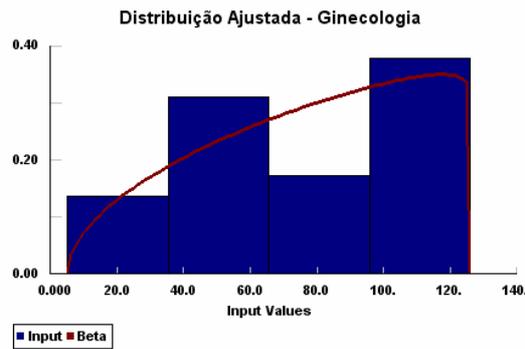


Figura 17 – Distribuição para o Tempo Médio de Duração de uma Cirurgia de Ginecologia

Para a especialidade de Neurocirurgia foram observados 28 procedimentos no mês considerado; sua distribuição ajustada é representada por uma $Beta(25, 458, 0.648, 1.62)$, de acordo com a Figura 18; a média desta distribuição de probabilidade ajustada é de 149 MIN por procedimento.

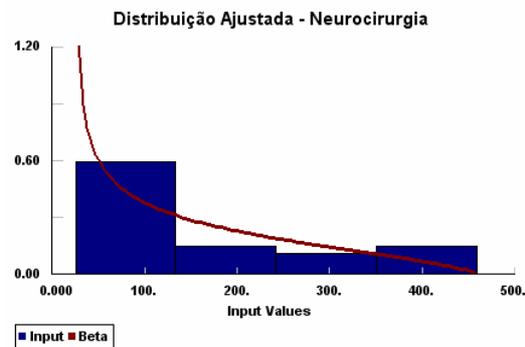


Figura 18 – Distribuição para o Tempo Médio de Duração de uma Neurocirurgia

Para a especialidade de Cirurgia de Oftalmologia foram observados 53 procedimentos no mês considerado; sua distribuição ajustada é representada por uma $Beta(15, 169, 1.47, 2.33)$, de acordo com a Figura 19; a média desta distribuição de probabilidade ajustada é de 74,6 MIN por procedimento.

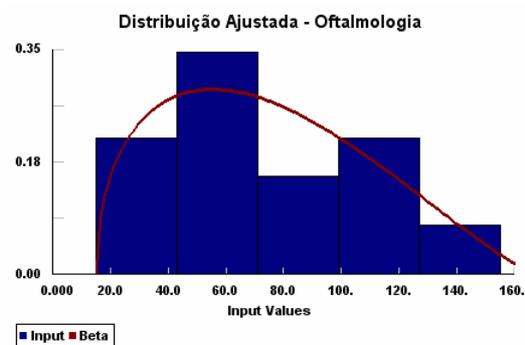


Figura 19 – Distribuição para o Tempo Médio de Duração de uma Cirurgia de Oftalmologia

Para a especialidade de Cirurgia Oral foram observados 31 procedimentos no mês considerado; sua distribuição ajustada é representada por uma *Weibull*(20, 1.24, 59), de acordo com a Figura 20; a média desta distribuição de probabilidade ajustada é de 75,1 MIN por procedimento.

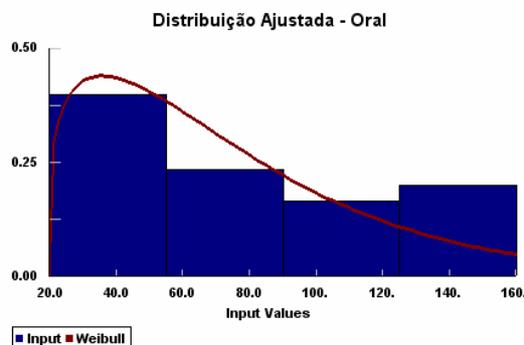


Figura 20 – Distribuição para o Tempo Médio de Duração de uma Cirurgia Oral

Para a especialidade de Cirurgia de Otorrinolaringologia foram observados 48 procedimentos no mês considerado; sua distribuição ajustada é representada por uma *Pearson 6*(10, 327, 3.51, 11.3), de acordo com a Figura 21; a média desta distribuição de probabilidade ajustada é de 121 MIN por procedimento.

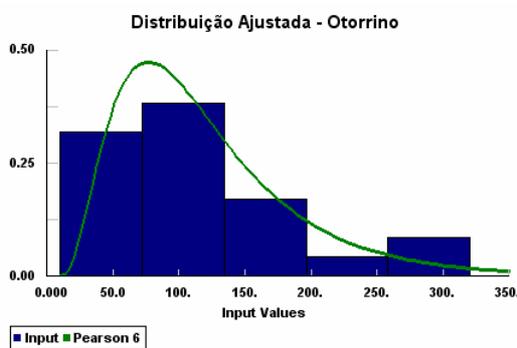


Figura 21 – Distribuição para o Tempo Médio de Duração de uma Cirurgia de Otorrinolaringologia

Para a especialidade de Cirurgia de Ortopedia foram observados 81 procedimentos no mês considerado; sua distribuição ajustada é representada por uma *Beta*(5, 270, 1.13, 1.81), de acordo com a Figura 22; a média desta distribuição de probabilidade ajustada é de 107 MIN por procedimento.

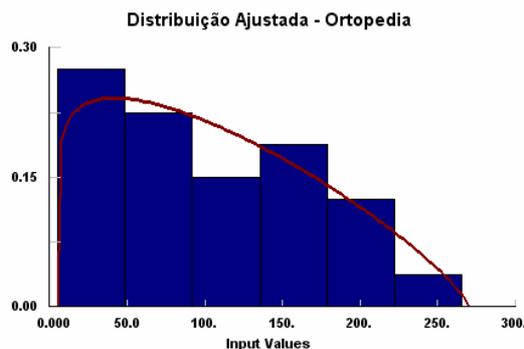


Figura 22 – Distribuição Ajustada para o Tempo Médio de Duração de uma Cirurgia de Ortopedia

Para a especialidade de Cirurgia de Pediatria foram observados 14 procedimentos no mês considerado; sua distribuição ajustada é representada por uma $Beta(5, 175, 0.883, 1.13)$, de acordo com a Figura 23; a média desta distribuição de probabilidade ajustada é de 79,7 MIN por procedimento.

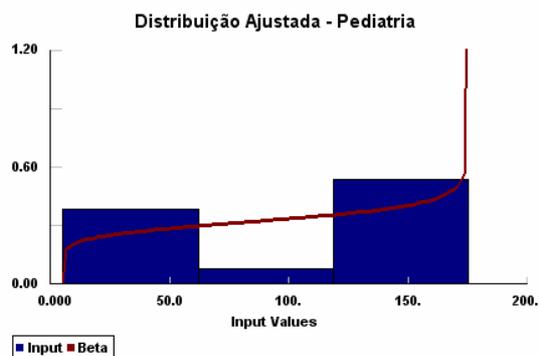


Figura 23 – Distribuição Ajustada para o Tempo Médio de Duração de uma Cirurgia de Pediatria

Para a especialidade de Cirurgia Plástica foram observados 56 procedimentos no mês considerado; sua distribuição ajustada é representada por uma $Pearson\ 6(10, 282, 2.83, 6.01)$, de acordo com a Figura 24; a média desta distribuição de probabilidade ajustada é de 169 MIN por procedimento.

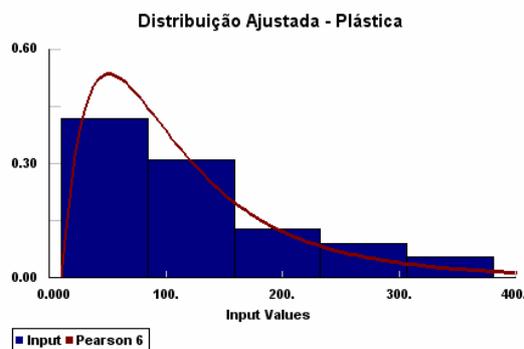


Figura 24 – Distribuição Ajustada para o Tempo Médio de Duração de uma Cirurgia Plástica

Para a especialidade de Cirurgia de Proctologia foram observados 23 procedimentos no mês considerado; sua distribuição ajustada é representada por uma *Pearson 5*(18, 0.729, 17), de acordo com a Figura 25; a média desta distribuição de probabilidade ajustada é de 165 MIN por procedimento.

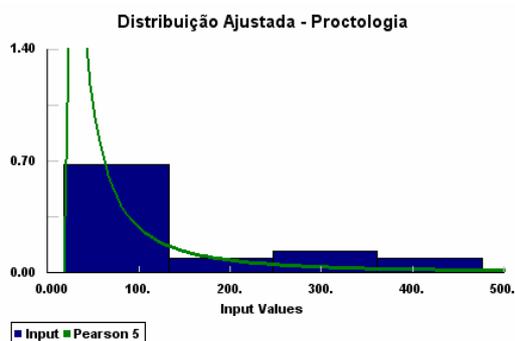


Figura 25 – Distribuição Ajustada para o Tempo Médio de Duração de uma Cirurgia de Proctologia

Para a especialidade de Cirurgia Torácica foram observados 23 procedimentos no mês considerado; sua distribuição ajustada é representada por uma *Pearson 5*(25, 1.28, 50.4), de acordo com a Figura 26; a média desta distribuição de probabilidade ajustada é de 205 MIN por procedimento.

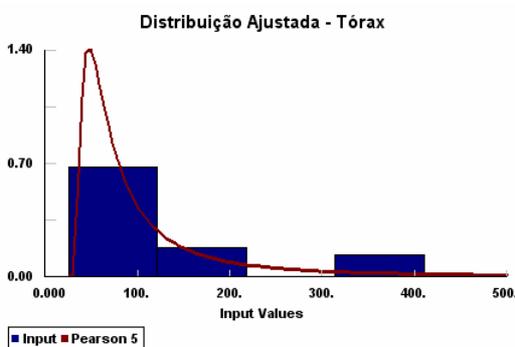


Figura 26 – Distribuição Ajustada para o Tempo Médio de Duração de uma Cirurgia de Tórax

Para a especialidade de Cirurgia de Urologia foram observados 53 procedimentos no mês considerado; sua distribuição ajustada é representada por uma *Pearson 6*(20, 327, 1.69, 5.85), de acordo com a Figura 27; a média desta distribuição de probabilidade ajustada é de 134 MIN por procedimento.

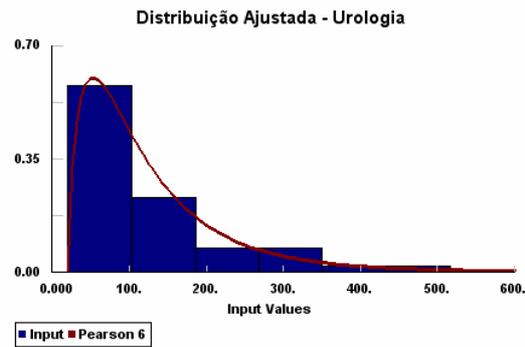


Figura 27 – Distribuição Ajustada para o Tempo Médio de Duração de uma Cirurgia de Urologia

Para a especialidade de Cirurgia Vascular foram observados 36 procedimentos no mês considerado; sua distribuição ajustada é representada por uma $Gamma(15, 1.2, 88.8)$, de acordo com a Figura 28; a média desta distribuição de probabilidade ajustada é de 122 MIN por procedimento.

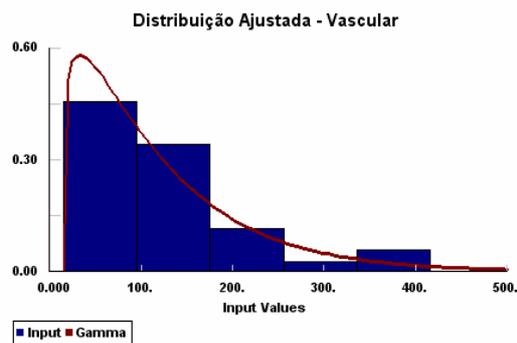


Figura 28 – Distribuição Ajustada para o Tempo Médio de Duração de uma Cirurgia Vascular

Para a especialidade de Cirurgia de Hemodinâmica não foi observado nenhum procedimentos no mês considerado; sua distribuição ajustada foi representada por uma $Triang(60,150,105)$, de acordo com a Figura 29; a média desta distribuição de probabilidade ajustada é de 105 MIN por procedimento, observada a opinião e experiência dos especialistas.

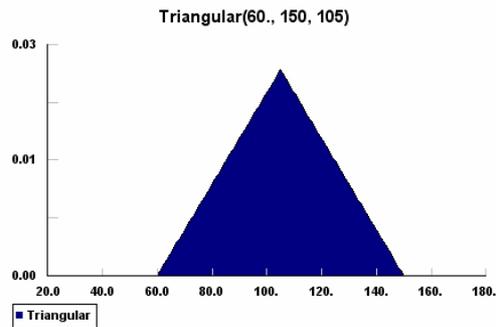


Figura 29 – Distribuição Ajustada para o Tempo Médio de Duração de uma Cirurgia de Hemodinâmica

Para a especialidade de Cirurgia de Transplante de Córnea não foi observado nenhum procedimentos no mês considerado; sua distribuição ajustada foi representada por uma $Triang(60,150,105)$, de acordo com a Figura 30; a média desta distribuição de probabilidade ajustada é de 105 MIN por procedimento, observada a opinião e experiência dos especialistas.

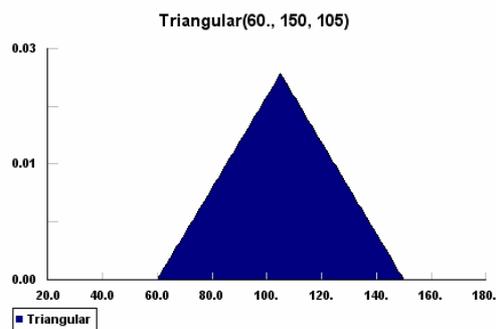


Figura 30 – Distribuição Ajustada para o Tempo Médio de Duração de uma Cirurgia de Transplante de Córnea

Para a especialidade de Cirurgia de Transplante Hepático foram observados 8 procedimentos no mês considerado; dada a diminuta quantidade de observações, com base na opinião dos especialistas convencionou-se que sua distribuição ajustada é representada por uma $Gamma(6,97;58,98)$; a média desta distribuição de probabilidade ajustada é de 411,37 MIN por procedimento.

Para a especialidade de Cirurgia de Transplante de Medula não foi observado nenhum procedimentos no mês considerado; sua distribuição ajustada foi representada por uma $Triang(60,150,105)$, de acordo com a Figura 31; a média desta distribuição de probabilidade ajustada é de 105 MIN por procedimento, observada a opinião e experiência dos especialistas.

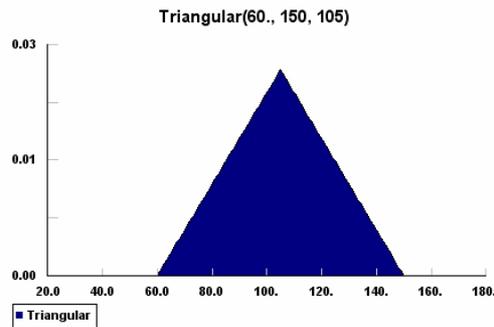


Figura 31 – Distribuição Ajustada para o tempo Médio de Duração de uma Cirurgia de Transplante de Medula

Para a especialidade de Cirurgia de Transplante Renal foram observados 14 procedimentos no mês considerado; sua distribuição ajustada é representada por uma $Lognormal(155, 4.22, 0.695)$, de acordo com a Figura 32; a média desta distribuição de probabilidade ajustada é de 242 MIN por procedimento.

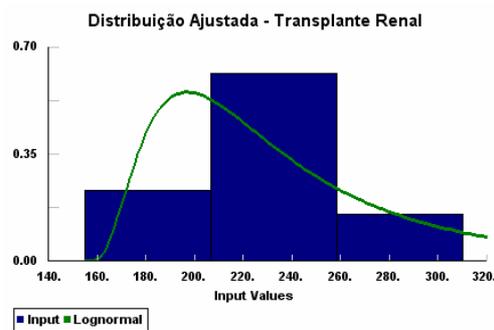


Figura 32 – Distribuição Ajustada para o Tempo Médio de Duração de uma Cirurgia de Transplante Renal

Para a especialidade de Cirurgia de Transplante de Pâncreas e Pulmão foi observado apenas 1 procedimento no mês considerado; sua distribuição ajustada é representada por uma $Triang(400, 540, 470)$, de acordo com a Figura 33; a média desta distribuição de probabilidade ajustada é de 470 MIN por procedimento, estabelecida através da opinião dos especialistas do HUCFF.

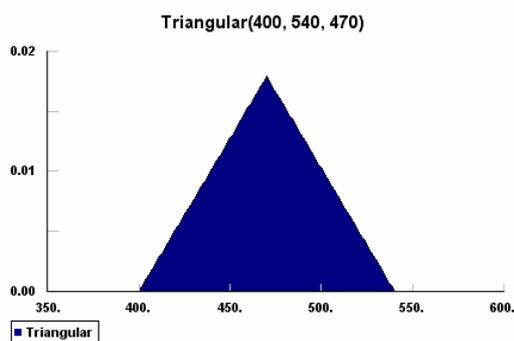


Figura 33 – Distribuição Ajustada para o Tempo Médio de Duração de uma Cirurgia de Transplante de Pâncreas e Pulmão

Em síntese, verifica-se que cada procedimento cirúrgico de cada especialidade observa uma distribuição ajustada para o seu tempo médio de duração, bem como uma média individual, de acordo com a Tabela 7.

ESPECIALIDADE	DURAÇÃO MÉDIA DO PROCEDIMENTO (MIN)	MÉDIA (MIN)
CARDIO	<i>Erlang(60, 3, 64.2)</i>	253
GERAL	<i>Pearson 6(20, 321, 2.53, 8.11)</i>	134
GINECO	<i>Beta(5, 126, 1.04, 1.54)</i>	53,8
NEURO	<i>Beta(25, 458, 0.648, 1.62)</i>	149
OFTALMO	<i>Beta(15, 169, 1.47, 2.33)</i>	74,6
ORAL	<i>Weibull(20, 1.24, 59)</i>	75,1
OTORRINO	<i>Pearson 6(10, 327, 3.51, 11.3)</i>	121
ORTOP	<i>Beta(5, 270, 1.13, 1.81)</i>	107
PEDIATR	<i>Beta(5, 175, 0.883, 1.13)</i>	79,7
PLAST	<i>Pearson 6(10, 282, 2.83, 6.01)</i>	169
PROCTO	<i>Pearson 5(18, 0.729, 17)</i>	165
TORAX	<i>Pearson 5(25, 1.28, 50.4)</i>	205
UROLOG	<i>Pearson 6(20, 327, 1.69, 5.85)</i>	134
VASCULAR	<i>Gamma(15, 1.2, 88.8)</i>	122
HEMOD	<i>Triang(60,150,105)</i>	105
TCORNEA	<i>Triang(60,150,105)</i>	105
THEPAT	<i>Gamma(6,97;58,98)</i>	411,35
TMEDULA	<i>Triang(60,105,150)</i>	105
TRENAL	<i>Lognormal(155, 4.22, 0.695)</i>	242
TPANPUL	<i>Triang(400, 540, 470)</i>	470

Tabela 7 – Síntese das Distribuições Ajustadas dos Tempos Médios de Cirurgia no HUCFF.

5.4 Análise dos Resultados do Modelo de Simulação Proposto

O modelo foi programado para ao final da simulação registrar a taxa de utilização dos diversos recursos humanos e físicos disponíveis no centro cirúrgico do HUCFF.

Foram realizadas diversas simulações até se obter a taxa de utilização dos Recursos Humanos limitada superiormente em até 85%, e inicialmente foi analisada a disponibilidade atual dos diversos Recursos associados à Entidade Paciente (Configuração Atual Otimizada), bem como a utilização da Sala de Admissão de Pacientes, Sala de Pré-Operatório, Salas de Cirurgia, Pós-Operatório e o material cirúrgico vinculado às mesmas, aqui representado pelas *Case_Cart*; as análises para esta configuração seguem descritas no item 5.4.1; em um segundo momento, no item 5.4.2, foi analisada a Configuração Ideal do centro cirúrgico para operar sem gargalo e sem excessos, excessos estes que podem resultar em ociosidade de pessoal e material.

Esclarece-se que a chamada Configuração Atual Otimizada recebeu esta denominação em função das modificações e simplificações que a circunscrevem, a qual, como será visto adiante, apresenta resultados mais satisfatórios que a Configuração Atual original do centro cirúrgico.

O critério utilizado para se obter a Configuração Ideal do número de profissionais que atuam neste centro cirúrgico foi limitar superiormente a taxa de utilização dos Recursos humanos em até 85%, taxa esta considerada aceitável pelos especialistas do próprio HUCFF, sem incorrer em algum tipo de prejuízo para o ensino e pesquisa nesta instituição.

Em cada uma das simulações de análise foi utilizado um comprimento de replicação de setecentos e vinte (720) horas, correspondente a trinta (30) dias, com dez (10) replicações. Especificamente para o estudo de simulação não se avaliou a variável custo, portanto não foi implantado nenhum tipo de restrição ao sistema por conta dos acréscimos ou decréscimos no pessoal e material envolvido.

Como já relatado anteriormente, alguns dados utilizados para a construção deste modelo foram estimados e conseqüentemente os resultados apresentam uma margem de erro.

5.4.1 Análise dos Resultados na Configuração Atual Otimizada dos Recursos Humanos do Centro Cirúrgico do HUCFF

A Tabela 8 evidencia as taxas de utilização dos diversos Recursos humanos (profissionais de saúde) associados à Entidade Paciente, de acordo com a configuração destes recursos existente hoje no centro cirúrgico (Configuração Atual Otimizada).

ESPECIALIDADE	NÚMERO DE PROFISSIONAIS	TAXA DE UTILIZAÇÃO					
		MÉDIA (%)	MIN. (%)	MÁX. (%)	DESVIO PADRÃO	LIMITE INF. INTERVALO DE CONFIANÇA ($\alpha \leq 0,05$)	LIMITE SUP. INTERVALO DE CONFIANÇA ($\alpha \leq 0,05$)
CARDIO	8	*1,4597	0,8713	2,1002	0,4099	1,1664	1,7529
GERAL	24	*0,4277	0,3929	0,5079	0,0348	0,4028	0,4526
GINECO	12	*0,4156	0,3197	0,5464	0,0847	0,3550	0,4762
NEURO	9	*0,4937	0,4278	0,5927	0,0550	0,4543	0,5331
OFTALMO	14	*0,6705	0,5514	0,7935	0,0845	0,6100	0,7310
ORAL	8	*0,4358	0,3576	0,5509	0,0709	0,3850	0,4865
OTORRINO	5	*1,2836	1,0335	1,4393	0,1375	1,1852	1,3820
ORTOP	30	*0,3976	0,3465	0,4490	0,0370	0,3711	0,4241
PEDIATR	6	*0,5460	0,2615	0,7798	0,1626	0,4296	0,6624
PLAST	8	*0,7854	0,6878	0,8372	0,0436	0,7542	0,8167
PROCTO	6	*0,5599	0,4017	0,7501	0,1111	0,4804	0,6394
TORAX	9	*0,1412	0,0856	0,1958	0,0324	0,1180	0,1644
UROLOG	10	*0,6876	0,5459	0,8111	0,0822	0,6287	0,7464
VASCULAR	8	*2,1228	1,8308	2,6301	0,2630	1,9346	2,3110
HEMOD	20	*11,1524	4,0403	16,5590	3,4980	8,6500	13,6548
TCORNEA	20	*0	0	0	0	0	0
THEPAT	20	*0	0	0	0	0	0
TMEDULA	20	*0,5764	0	1,3323	0,6160	0,1357	1,0171
TRENAL	20	*7,8456	3,2031	12,6398	2,9137	5,7612	9,9300
TPANPUL	20	*0	0	0	0	0	0
ANESTESIOLOGIA	54	*35,5958	34,1851	37,1357	0,9182	34,9389	36,2527
EMPURRADORES DE MACA	2	**100	100	100	0	100	100
TÉCNICO ENFERMAGEM	13	**97,5567	96,3637	99,2047	0,9158	96,9015	98,2119
TÉCNICO CIRÚRGICO	40	84,7794	82,9899	86,8147	1,2051	83,9172	85,6415
TÉCNICO DE MATERIAL CIRÚRGICO	4	76,9607	75,0424	78,9729	1,1400	76,1452	77,7763

Tabela 8 – Taxas de Utilização dos Recursos Humanos do HUCFF na Configuração Atual Otimizada

Chamada (*): Taxa de Utilização Média Inferior a 50%

Chamada (**): Taxa de Utilização Média Superior a 85%

Verifica-se através da Tabela 8 uma taxa de utilização média muito baixa para as especialidades médicas (inferior a 3%) e Anestesiologistas (35,59%) envolvidos nos diversos procedimentos cirúrgicos, sempre inferior a (50%), caracterizando a existência de excesso de profissionais nestas especialidades; já as taxas de utilização média dos Empurradores de Maca (100%) e Técnicos de Enfermagem (97,56%) e, refletem a falta de profissionais, as quais podem estar gerando gargalos no modelo; as únicas taxas de utilização consideradas aceitáveis, de acordo com os parâmetros

estabelecidos para ser considerada ideal ($\leq 85\%$), é a taxa de utilização média dos Recursos Técnico Cirúrgico (84,78%), e Técnico de Material Cirúrgico (76,96%).

A Tabela 9 reflete as taxas de utilização das “Locations” (instalações) associadas à Entidade Paciente no modelo proposto, com a Configuração Atual Otimizada de profissionais (Recursos humanos), no centro cirúrgico do HUCFF.

LOCAL	TAXA DE UTILIZAÇÃO				
	MÉDIA (%)	MIN. (%)	MÁX. (%)	LIMITE INF. INTERVALO DE CONFIANÇA ($\alpha \leq 0,05$)	LIMITE SUP. INTERVALO DE CONFIANÇA ($\alpha \leq 0,05$)
SALA CIR. 1	73,2410	59,5342	82,3912	68,5726	77,9095
SALA CIR. 2	**97,1436	93,1739	99,7752	95,5333	98,7538
SALA CIR. 3	**96,6613	89,5995	99,7447	94,4570	98,8655
SALA CIR. 4	**99,7537	99,5529	99,8024	99,7019	99,8055
SALA CIR. 5	**98,4889	96,5843	99,8131	97,6272	99,3505
SALA CIR. 6	**94,2662	91,3058	96,6729	93,1249	95,4076
SALA CIR. 7	**91,3422	88,3756	95,7388	89,5157	93,1687
SALA CIR. 8	70,9482	36,4135	80,1524	61,9773	79,9190
SALA CIR. 9	*39,1076	21,7326	59,4676	30,0203	48,1950
SALA CIR. 10	*48,3753	30,2894	63,9732	39,5810	57,1696
SALA CIR. 11	**86,3175	79,1065	94,4738	82,7394	89,8955
SALA CIR. 12	80,9337	70,5736	92,7777	76,0720	85,7954
SALA CIR. 13	**94,6411	90,9099	99,4363	92,6459	96,6364
SALA CIR. 14	**92,2393	84,0437	98,6076	88,8157	95,6630
SALA CIR. 15	**96,5576	93,7441	99,7681	94,7412	98,3740
SALA CIR. 16	72,1363	53,1058	83,2287	66,5307	77,7419
SALA CIR. 17	84,0081	67,4950	97,8798	77,3710	90,6451
SALA CIR. 18	**88,3684	85,1267	91,8438	86,5862	90,1506
SALA CIR. 19	77,8823	68,4169	89,6735	73,1121	82,6525
SALA CIR. 20	63,3630	44,5682	79,1210	55,62579	71,1003
SALA CIR. 21	*49,8230	23,1903	70,7294	37,9436	61,7023
SALA DE ADMISSÃO DE PACIENTES	**99,9521	99,9521	99,9522	99,9521	99,9521
SALA DE PRÉ-OPERATÓRIO	**88,9539	88,2090	91,0142	88,3015	89,6062
SALA DE PÓS-OPERATÓRIO	**88,5939	87,1146	89,5014	88,0851	89,1026
SALA DE MATERIAL SUJO	69,4657	64,4575	74,0808	67,5982	71,3333
SALA DE MATERIAL LIMPO	*13,0888	9,40351	16,3301	11,2819	14,8957

Tabela 9 – Taxas de Utilização das “Locations” (instalações) do HUCFF na Configuração Atual Otimizada

Chamada (*): Taxa de Utilização Média Inferior a 50%

Chamada (**): Taxa de Utilização Média Superior a 85%

A síntese dos resultados da Tabela 9, evidencia, em raciocínio similar ao utilizado para os recursos humanos, que ocorre uma utilização intensiva e desequilibrada ($\geq 85\%$) das salas de cirurgia n.º 2 (Cardiologia - 97,14%), 3 (Otorrino - 96,66%), 4 (Plástica - 99,75%), 5 (Geral e Ginecologia - 98,48%), 6 (Geral - 94,26%), 7 (Geral - 91,34%), 11 (Geral - 86,31%), 13 (Ortopedia - 94,64%), 14 (Ortopedia - 92,23%), 15 (Urologia - 96,55%) e 18 (Oftalmologia - 88,36%) – sabe-se que esta última especialidade dispõe de mais três (3) salas; ocorreu ainda uma utilização intensiva, acima da convencionada como ideal na sala de admissão de pacientes (99,95%), pré-operatório (88,95%) e pós-operatório (88,59%); verifica-se ainda uma baixa utilização ($\leq 50\%$) das salas de cirurgia n.º 9 (Neurocirurgia - 39,10%), 10 (Transplantes em geral - 48,37%), 21 (Oftalmologia - 49,82%) e Sala de Material Limpo (13,08%); as taxas de utilização consideradas ideais ($50\% \leq$ Taxa de Utilização $\leq 85\%$), foram identificadas apenas nas salas 1 (Neurocirurgia - 73,24%), 8 (Torácica - 70,94%), 12 (Oral - 80,93%), 16 (Proctologia - 72,13%), 17 (Hemodinâmica - 84,00%), 19 (Oftalmologia - 77,88%), 20 (Oftalmologia - 63,36%) e sala de material Sujo (69,46%).

Cabe aqui uma ressalva: este trabalho não tem o propósito de sugerir qualquer tipo de alteração na estrutura física do centro cirúrgico do HUCFF, ao contrário do que ocorre com os Recursos humanos, mas apenas realizar uma análise para assessorar seus gestores sobre o funcionamento desta estrutura orgânica, ou seja, compreender e identificar problemas que eventualmente tenham uma solução viável, tanto do ponto de vista econômico como administrativo.

Outra análise de interesse é verificar o que ocorre com a Entidade central do problema, o Paciente; o seu tempo médio de espera na fila, que corresponde a 5,76 H.

Na Tabela 10 podem ser identificados: o número de saídas do sistema (quantidade de procedimentos cirúrgicos realizados no mês), a quantidade média no sistema, o tempo médio no sistema, tempo médio que a Entidade gasta em movimentações, o tempo médio de espera na fila e tempo médio em operação, e ainda a estatística básica destes dados apurados pelo PROMODEL para a Configuração Atual Otimizada.

RESULTADOS PARA A ENTIDADE PACIENTE – CONFIGURAÇÃO ATUAL OTIMIZADA						
	SAÍDAS DO SISTEMA	QUANTIDADE MÉDIA NO SISTEMA	TEMPO MÉDIO NO SISTEMA (MIN)	TEMPO MÉDIO EM MOVIMENTAÇÕES (MIN)	TEMPO MÉDIO DE ESPERA (MIN)	TEMPO MÉDIO EM OPERAÇÃO (MIN)
MÉDIA	1299,1	106,7	3261,7092	599,2038	345,4728	56,9745
MÍNIMO	1269	106	3204,2865	561,7439	320,4218	56,2018
MÁXIMO	1318	110	3325,4129	624,9735	386,6836	57,7210
DESVIO PADRÃO	16,1069	1,2516	42,4730	18,6963	21,1249	0,4273
LIMITE INF. INTERVALO DE CONFIANÇA	1287,5777	105,8046	3231,3258	585,8292	330,3608	56,6687
LIMITE SUP. INTERVALO DE CONFIANÇA	1310,6222	107,5953	3292,0926	612,5784	360,5847	57,2802

Tabela 10 – Resultados e Estatísticas Básicas para a Entidade Paciente na Configuração Atual Otimizada

Considera-se aqui que a distribuição de probabilidade associada aos quantitativos de pacientes que efetivamente realizaram algum tipo de procedimento cirúrgico, já descontadas as suspensões, no período de análise considerado nesta Dissertação (JAN/2005 a AGO/2006), a partir dos dados primários do HUCFF, obedece a uma distribuição de probabilidade ajustada *Beta* (335, 854, 4.07, 3.55), de acordo com a Figura 34, com uma média de 612 procedimentos realizados por mês.

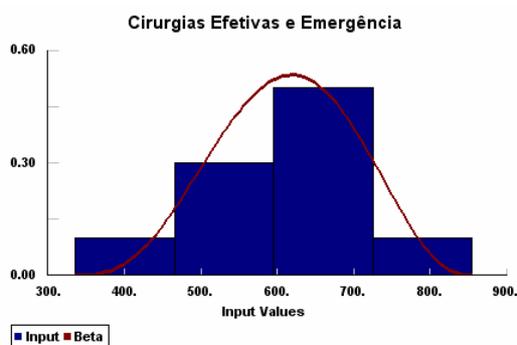


Figura 34 – Distribuição Ajustada do Somatório do Número de Cirurgias Efetivas e de Emergência Obtida dos Dados Primários do Centro Cirúrgico no Período entre JAN/2005 a AGO/2006

O que ocorre é que as simplificações e modificações propostas, observada uma margem de erro e as distribuições ajustadas apresentadas no capítulo anterior, apesar das baixas taxas de utilização dos médicos, por si só já poderiam proporcionar o benefício de praticamente dobrar o número de procedimentos realizados neste centro cirúrgico, com um aumento de 52,88% em sua capacidade, representada por 1.299 procedimentos por mês, de acordo com os resultados da Tabela 10.

5.4.2 Análise dos Resultados na Configuração Ideal de Recursos Humanos do Centro Cirúrgico do HUCFF

A Tabela 11 apresentam as taxas de utilização dos diversos Recursos associados à Entidade Paciente na configuração de Recursos humanos (profissionais de saúde) considerada como sendo a ideal pelo programa PROMODEL.

ESPECIALIDADE	NÚMERO IDEAL DE PROFISSIONAIS	TAXA DE UTILIZAÇÃO					
		MÉDIA (%)	MIN. (%)	MÁX. (%)	DESVIO PADRÃO	LIMITE INF. INTERVALO DE CONFIANÇA	LIMITE SUP. INTERVALO DE CONFIANÇA
CARDIO	2	*13,9399	7,9321	18,4309	3,3662	11,5319	16,3480
GERAL	2	*10,0070	8,5332	12,2169	0,9972	9,2936	10,7204
GINECO	2	*4,4085	3,7719	5,0083	0,4080	4,1166	4,7004
NEURO	2	*3,8748	2,8806	4,7167	0,6721	3,3940	4,3556
OFTALMO	1	*16,2665	14,7570	18,6090	1,3164	15,3247	17,2082
ORAL	2	*3,4347	2,6819	4,1951	0,5314	3,0546	3,8149
OTORRINO	2	*6,4126	5,2972	7,7447	0,8762	5,7858	7,0395
ORTOP	2	*11,6108	9,8875	13,9082	1,1726	10,7720	12,4497
PEDIATR	2	*2,8358	1,6578	3,5056	0,4995	2,4785	3,1932
PLAST	2	*7,1454	6,9948	7,2384	0,0772	7,0901	7,2007
PROCTO	2	*3,4130	2,1702	4,7425	0,7878	2,8493	3,9766
TORAX	2	*1,2245	0,8528	1,6510	0,2470	1,0477	1,4012
UROLOG	2	*6,2208	5,0874	7,3711	0,7827	5,6609	6,7807
VASCULAR	2	*15,9317	14,5919	18,7053	1,4312	14,9079	16,9556
HEMOD	2	*17,6289	11,7353	26,1184	5,3164	13,8258	21,4321
TCORNEA	2	*0	0	0	0	0	0
THEPAT	3	*0	0	0	0	0	0
TMEDULA	2	*1,8768	0,7866	5,0793	1,3842	0,8866	2,8671
TRENAL	2	*13,6939	7,8716	20,0518	4,0937	10,7654	16,6224
TPANPUL	2	0	0	0	0	0	0
ANESTESIOL.	15	76,4821	73,9801	78,4133	1,6761	75,2831	77,6812
EMPURRADORES DE MACA	6	68,9744	62,8491	73,9015	3,3449	66,5816	71,3672
TÉCNICO ENFERMAGEM	20	79,4621	76,2518	81,1390	1,8337	78,1503	80,7740
TÉCNICO CIRÚRGICO	36	83,2445	80,2464	84,8839	1,8168	81,9448	84,5442
TÉCNICO DE MATERIAL CIRÚRGICO	3	77,7634	76,6437	78,2446	0,4603	77,4341	78,0927

Tabela 11 – Taxas de Utilização do Pessoal do HUCFF na Configuração Ideal Chamada (*): Taxa de Utilização Média Inferior a 50%

Comparando-se os resultados apurados na Tabela 11, verifica-se que algumas especialidades apresentam taxa de utilização de seus médicos muito baixa ($\leq 50\%$), em virtude da composição mínima necessária para as equipes cirúrgicas, conforme já apresentado na Tabela 5.

Vale observar que nenhuma taxa de utilização de Recursos humanos foi superior a 85%. Outra averiguação de interesse é a comparação dos resultados da Tabela 8 com os resultados da Tabela 11, donde se conclui que houve uma melhora, em termos de aumento da taxa de utilização, dos profissionais médicos das diversas especialidades que operam neste centro cirúrgico.

O programa PROMODEL forneceu ainda um resultado de interesse, do ponto de vista da taxa de utilização dos Recursos físicos (instalações ou “Locations”), de acordo com a Tabela 12, donde se permitiu evidenciar uma utilização intensiva, muito acima da esperada (acima de 85%), as quais podem se constituir em gargalos e gerar problemas de capacidade nas seguintes instalações:

- Sala de Admissão de Pacientes (99,95%);
- Salas de Pré-Operatório (97,25%) e Pós-Operatório (97,22%); e
- Salas de Cirurgia n.º 2 (Cardiologia - 98,17%), 3 (Otorrino - 92,12%), 4 (Plástica - 99,85%), 5 (Ginecologia - 95,84%), 6 (Geral - 87,00%), 13 (Ortopedia - 89,38%) e 15 (Urologia - 86,89%).

Da mesma forma, foi observada uma utilização bem abaixo da esperada ($\leq 50\%$) nas seguintes instalações:

- Sala de Material Limpo; e
- Salas de Cirurgia n.º 9 (Neurocirurgia – 28,55%) e 21 (Oftalmologia – 34,30%).

LOCAL	TAXA DE UTILIZAÇÃO				
	MÉDIA	MIN.	MÁX.	LIMITE INF. INTERVALO DE CONFIANÇA	LIMITE SUP. INTERVALO DE CONFIANÇA
SALA CIR. 1	64,2911	46,8606	73,6778	58,2769	70,3053
SALA CIR. 2	**98,1721	94,1050	99,9320	96,6635	99,6807
SALA CIR. 3	**92,1228	85,9857	99,9079	88,3519	95,8938
SALA CIR. 4	**99,8501	99,4059	99,9171	99,7378	99,9625
SALA CIR. 5	**95,8450	93,9566	96,6532	95,1970	96,4930
SALA CIR. 6	**87,0032	79,0129	92,2735	84,0316	89,9749
SALA CIR. 7	79,0540	66,1324	87,8267	74,2119	83,8961
SALA CIR. 8	56,6411	37,2380	72,4935	47,2073	66,0748
SALA CIR. 9	*28,5515	14,5053	53,5300	19,8078	37,2952
SALA CIR. 10	49,7731	19,9484	68,9873	39,8231	59,7231
SALA CIR. 11	65,6693	55,0303	79,8647	60,2260	71,1127
SALA CIR. 12	50,8826	26,2298	68,2629	40,4685	61,2967
SALA CIR. 13	**89,3881	83,9889	92,4845	87,3095	91,4668
SALA CIR. 14	81,4484	74,1666	90,9100	77,7540	85,1429
SALA CIR. 15	**86,8902	74,2532	94,3393	82,3681	91,4124
SALA CIR. 16	60,7282	30,8035	71,7493	52,0926	69,3637
SALA CIR. 17	78,8467	67,9216	92,3865	72,7313	84,9621
SALA CIR. 18	81,8078	78,4680	87,9123	79,5726	84,0429
SALA CIR. 19	73,7631	69,7323	83,8486	70,8473	76,6790
SALA CIR. 20	53,8280	39,4061	69,4783	47,7919	59,8641
SALA CIR. 21	*34,3046	20,1783	50,1952	26,2577	42,3516
SALA DE ADMISSÃO DE PACIENTES	**99,9512	99,9510	99,9514	99,9511	99,9513
SALA DE PRÉ- OPERATÓRIO	**97,2593	96,2048	97,7734	96,9510	97,5676
SALA DE PÓS- OPERATÓRIO	**97,2265	96,4899	97,8081	96,8702	97,5828
SALA DE MATERIAL SUJO	69,2461	66,2132	73,8439	67,5457	70,9465
SALA DE MATERIAL LIMPO	*13,9382	9,5748	18,2149	12,1966	15,6798

Tabela 12 – Taxas de Utilização dos Recursos Físicos do HUCFF na Configuração Ideal

Chamada (*): Taxa de Utilização Média Inferior a 50%

Chamada (**): Taxa de Utilização Média Superior a 85%

Com relação aos resultados referentes à taxa de ocupação das salas de cirurgia, neste ponto é importante estabelecer uma ressalva sobre o fato que o Modelo de Simulação proposto adota salas de cirurgia fixas para cada especialidade, como uma simplificação que não corresponde à realidade do centro cirúrgico do HUCFF, não sendo considerado, então, as limitações ou gargalos porventura existentes em função dos recursos físicos envolvidos.

Reitera-se novamente que este trabalho não tem o propósito de sugerir qualquer tipo de alteração na estrutura física do centro cirúrgico do HUCFF, ao contrário do que ocorre com os Recursos humanos, mas apenas realizar uma análise para assessorar seus gestores sobre o funcionamento desta estrutura orgânica, ou seja, compreender e identificar problemas que tenham uma possível solução viável, tanto do ponto de vista econômico como administrativo.

Ainda nesta configuração, outra análise de interesse é verificar o que ocorre com a Entidade central do problema: o Paciente. A partir da Tabela 13 observa-se que o seu tempo médio de espera na fila corresponde a 1,81 H; é clara a melhora com a redução deste tempo na Configuração Ideal, quando comparado com os resultados apresentados na Configuração Atual.

Na Tabela 13 ainda podem ser identificados: o número de saídas do sistema (quantidade de procedimentos cirúrgicos realizados no mês), a quantidade média no sistema, tempo médio no sistema, o tempo médio que a Entidade gasto em movimentações, o tempo médio de espera na fila e tempo médio em operação, e ainda a estatística básica destes dados apurados pelo PROMODEL para a Configuração Ideal.

RESULTADOS PARA A ENTIDADE PACIENTE – CONFIGURAÇÃO IDEAL						
	SAÍDAS DO SISTEMA	QUANTIDADE MÉDIA NO SISTEMA	TEMPO MÉDIO NO SISTEMA (MIN)	TEMPO MÉDIO EM MOVIMENTAÇÕES (MIN)	TEMPO MÉDIO DE ESPERA (MIN)	TEMPO MÉDIO EM OPERAÇÃO (MIN)
MÉDIA	2525,1	111,4	1830,7496	196,9728	108,8762	57,2982
MÍNIMO	2264	106	1723,2040	185,4175	95,9026	56,7295
MÁXIMO	2707	116	1978,4110	204,4190	117,3057	57,9576
DESVIO PADRÃO	136,3895	3,1340	79,3701	6,4487	7,1215	0,4118
LIMITE INF. INTERVALO DE CONFIANÇA	2365,9642	107,7432	1738,1426	189,4485	100,5670	56,8177
LIMITE SUP. INTERVALO DE CONFIANÇA	2684,2357	115,0567	1923,3566	204,4970	117,1855	57,7788

Tabela 13 – Resultados para a Entidade Paciente na Configuração Ideal

Considerando-se novamente que a distribuição de probabilidade associada aos quantitativos de pacientes que efetivamente realizaram algum tipo de procedimento cirúrgico, já descontadas as suspensões, a partir dos dados primários do HUCFF, no período de análise considerado nesta Dissertação (JAN/2005 a AGO/2006), obedece a

uma distribuição de probabilidade ajustada *Beta* (335, 854, 4.07, 3.55), com uma média de 612 procedimentos realizados por mês.

Verifica-se, a partir dos resultados constantes na Tabela 13, que os ajustes no número de profissionais de Recursos humanos implementados na Configuração Ideal possibilitariam um aumento de aproximadamente 75,76% no número de procedimentos cirúrgicos realizados por mês, com o valor total de 2.525 procedimentos.

5.5 Considerações Finais dos Resultados da Simulação

Verificou-se que a ferramenta Simulação foi de grande valia para este trabalho, ao fornecer:

- a Configuração Ideal de profissionais (Tabela 14) para as diversas especialidades que atuam no centro cirúrgico do HUCFF, uma vez observadas as disponibilidades de recursos físicos (instalações) e as limitações e as modificações do modelo proposto;

- as taxas de utilização de pessoal (recursos humanos) na Configuração Atual e Ideal de profissionais;

- as taxas de utilização dos recursos físicos (instalações) do centro cirúrgico, que podem orientar os gestores em uma eventual expansão ou modificação na distribuição das especialidades que atuam nestas salas, visando atender a uma maior demanda pelos seus serviços;

- as estatísticas básicas associadas às distribuições e taxas de utilização dos recursos humanos e físicos do centro cirúrgico do HUCFF, dados estes que serão considerados no Modelo de DEA.

AUMENTOS OU REDUÇÕES DE RECURSOS HUMANOS NA CONFIGURAÇÃO IDEAL				
ESPECIALIDADE	N.º DE PROFISSIONAIS EXISTENTES	N.º DE PROFISSIONAIS NA CONF. IDEAL	REDUÇÃO	AUMENTO
CARDIO	8	2	6	-
GERAL	24	2	22	-
GINECO	12	2	10	-
NEURO	9	2	7	-
OFTALMO	14	1	13	-
ORAL	8	2	6	-
OTORRINO	5	2	3	-
ORTOP	30	2	28	-
PEDIATR	6	2	4	-
PLAST	8	2	6	-
PROCTO	6	2	4	-
TORAX	9	2	7	-
UROLOG	10	2	8	-
VASCULAR	8	2	6	-
HEMOD	20	2	-	-
TCORNEA	20	2	-	2
THEPAT	20	3	-	3
TMEDULA	20	2	-	2
TRENAL	20	2	-	2
TPANPUL	20	2	-	2
ANESTESIOL.	54	15	39	-
EMPURRADORES DE MACA	2	6	-	2
TÉCNICO DE ENFERMAGEM	13	20	-	7
TÉCNICO CIRÚRGICO	40	36	4	-
TÉCNICO DE MATERIAL CIR.	4	3	1	-

Tabela 14 – Aumentos ou Reduções de Recursos Humanos Sugeridos na Configuração Ideal do Centro Cirúrgico do HUCFF

Como consideração final, o Modelo sugere a existência de excesso de profissionais de nível superior (médicos) em todas as especialidades atuantes hoje no centro cirúrgico do HUCFF, bem como aponta a falta de profissionais de nível médio e elementar (Técnicos de Enfermagem e Empurradores de Maca), os quais, para a Configuração Ideal, sugere, de acordo com as modificações propostas, a contratação imediata de seis (06) Empurradores de Maca, e um aumento em seu quantitativo atual de Técnicos de Enfermagem de sete (07) profissionais, observadas as limitações, simplificações e a margem de erro do Modelo de Simulação. Os dados mais alarmantes nos resultados da simulação são os excessos de profissionais anestesiológicos e ortopedistas que atuam neste centro cirúrgico.

Neste ponto cabe reiterar que, especificamente para a interpretação dos resultados da Simulação na Configuração Ideal, não foi levada em consideração a opinião dos especialistas do HUCFF, em função das especificidades que envolvem esta profissão; por exemplo, a redução sugerida para a especialidade Ortopedia, mediante uma análise de sensibilidade das sub-especialidades dos profissionais atuantes (especialistas em pé, mão, quadril, joelho...), poderia ser relevada para uma redução de apenas 15 profissionais; a decisão finalística sempre caberá a administração, e esta análise serve apenas para uma orientação sobre a possível direção a ser tomada, sem comprometer a assistência, o ensino e a pesquisa.

Outra possibilidade para solucionar o excesso de profissionais de nível superior, observadas as peculiaridades desta profissão, é o remanejamento para as atividades precípua de ensino e pesquisa, relevando-se a qualidade do HUCFF como sendo um hospital universitário, ou o estabelecimento de turnos diários ou semanais para estas especialidades, pois, como já alertado anteriormente, o Modelo proposto considera apenas a disponibilidade diária destes profissionais no centro cirúrgico do HUCFF.

6. IMPLEMENTAÇÃO DOS MODELOS DE DEA

Este capítulo, no item 6.1, objetiva inicialmente estabelecer os pressupostos básicos e os parâmetros dos modelos de DEA que terão aplicação no centro cirúrgico.

O item 6.2 descreve as fundamentações, pressupostos e resultados da aplicação dos Modelos Empíricos de DEA Estático e Dinâmico ao HUCFF, os quais serviram de base para a criação do Modelo SIMDEA.

O modelo SIMDEA proposto é apresentado no item 6.3, com suas considerações e recomendações.

6.1 Pressupostos e Parâmetros dos Modelos de DEA Utilizados nesta Pesquisa

Em um hospital, o paciente pouco controla o tratamento que recebe, pois isso é uma deliberação do médico que, por sua vez, trata cada paciente como um caso específico, definindo rotinas e exames para cada situação. Ademais, o próprio médico gera a demanda por outros serviços (exames e terapias), dos quais pode ser ao mesmo tempo o provedor.

Essa relação especial, na qual o médico é ao mesmo tempo demandante e provedor de um serviço que o paciente recebe e pelo qual paga, propicia situações de grande dificuldade na análise do Centro Cirúrgico. Assim consideram-se nesta Dissertação, para o modelo adaptado, cinco pressupostos:

- i. O hospital é uma organização prestadora de serviços de assistência à saúde, cuja missão é melhorar as condições de saúde do paciente, mediante ações de diagnóstico e tratamento; especificamente no modelo foi considerada a ação de intervenção ou procedimento cirúrgico.
- ii. Ao Subsistema Gerencial compete dirigir, coordenar e controlar todos os subsistemas hospitalares. A Direção do hospital é o setor do componente gerencial responsável pela gestão dos recursos hospitalares e, em particular, pela alocação dos recursos ao Centro Cirúrgico.
- iii. A eficiência técnica é o critério determinante da gestão racional de uma organização. As condições de eficiência técnica de uma especialidade cirúrgica em um hospital são determinadas pelas melhores práticas

observadas dentro do Centro Cirúrgico, no que diz respeito ao emprego eficiente dos insumos na geração de produtos hospitalares.

- iv. A ineficiência hospitalar decorre da inabilidade da Direção em alocar recursos para gerir serviços médico-hospitalares, bem como de outros fatores externos, aqui não abordados, mas que também podem afetar as condições de eficiência técnica do centro cirúrgico.
- v. Há atores e fatores do ambiente operacional interna que influenciam as condições de eficiência técnica hospitalar, tendo impacto na produtividade final do Centro Cirúrgico.

A motivação para a escolha entre os dois modelos, CCR (CRS) ou BCC (VRS) ou merece comentários adicionais, que podem ser esclarecedores para o leitor.

O modelo CCR trabalha com a hipótese de retornos constantes de escala, o que equivale a supor que os casos eficientes estariam em fronteira retilínea que passa pela origem; já o modelo BCC acata a ocorrência de retornos de escala variáveis. Em particular, isso asseguraria que a transposição de uma determinada unidade para a fronteira - e a identificação de seu grau de (in)eficiência - corresponderia à definição de unidade composta cujas referências teriam escalas similares, o que não ocorre no modelo CCR. Mas, *a priori*, isto não traduz desvantagens ou vantagens de um modelo ou de outro, uma vez que a literatura empírica sugere que o problema crucial deve recair, mais fundamentalmente, sobre a escolha dos *inputs* e *outputs* a serem utilizados; esta conclusão foi antecipada por Stigler, em FRIED *et al.* (1993)⁸.

Em virtude da necessidade de atendimento de choques positivos de demanda, pode-se supor que organizações hospitalares públicas operam sempre (ou deveriam operar) com excesso de capacidade (FARE *et al.*, 1989). Sendo assim, equilíbrios de curto prazo não seriam freqüentes em tais organizações. O modelo CCR pressupõe a presença de retornos constantes de escala, cuja existência, de acordo com a teoria microeconômica, é mais usual quando são considerados prazos mais longos. Nesse sentido, o modelo CCR explicita melhores situações de desequilíbrio de longo prazo. Neste estudo, valorizam-se, portanto, situações de equilíbrio de longo prazo e o modelo CCR foi, em princípio, utilizado. Observe-se que o modelo BCC também foi utilizado, uma vez que possui uma maior identidade com os retornos variáveis de

⁸ De acordo com Fried, Lovell e Schmidt, *op. cit.*, Stigler (1976, p. 4) já observava "(...) a ineficiência medida pode ser reflexo de falhas em incorporar variáveis e restrições corretas e de especificar corretamente os objetivos econômicos de uma unidade produtiva". Por outro lado, no limite, como Frank Knight observou já em 1933, conforme citado por Fried, Lovell e Schmidt, *op.cit.*, "(...) se todos os produtos e todos os insumos forem incluídos, então, como nem matéria e nem energia podem ser criadas ou destruídas, todas as unidades devem obter o mesmo *score* unitário de produtividade".

escala associados às diversas especialidades cirúrgicas e seu possível nível de saturação. Deve-se ressaltar que a introdução da restrição adicional, que permite a assimilação de retornos variáveis de escala no modelo BCC, faz com que a sua capacidade discriminatória seja menor. Toda a DMU eficiente no modelo CCR será eficiente no modelo BCC, mas a recíproca não é verdadeira.

Os modelos escolhidos são orientados no sentido dos *outputs* (*output oriented*) por questões que podem ser, principalmente, identificadas na natureza de *serviço público* do hospital sob análise. Os quantitativos de alguns de seus principais insumos não podem ser reduzidos, pelo menos no sistema tomado como um todo. Médicos e demais funcionários públicos são (razoavelmente) estáveis e instalações não podem ser vendidas. Aceita tal hipótese, a pressuposição de maximização de *outputs*, determinados os *inputs*, parece mais adequada. De qualquer modo, o modelo CCR é invariante no que se refere à orientação escolhida.

Outro aspecto de interesse é a opção pela escolha da projeção Pareto Eficiente para as análises de DEA, onde o ponto de projeção é calculado a partir da combinação linear convexa das DMUs eficientes que servem de referência para a DMU observada; esta opção de projeção só é habilitada no modelo do envelope (ou envelopamento).

Com relação à Formulação Não Arquimediana, argumenta-se apenas que esta formulação busca garantir que a projeção das DMUs não eficientes ocorra sempre na fronteira definida pelas DMUs Pareto-Eficientes, porque utiliza quantidades infinitesimais na função objetivo.

6.2 Os Modelos Empíricos de DEA: Estático e Dinâmico

Seguindo o referencial de autores como MARINHO (2001) e GROSSKOPF (2001), inicia-se a modelagem retratando um fluxo hospitalar básico do ponto de vista produtivo, a partir do qual serão selecionadas, progressivamente, as variáveis observadas que constituirão o modelo teórico da produção hospitalar, que será o mais simples o possível para a pesquisa em pauta.

Já KOOPMANS (1951) argumenta que é melhor iniciar com o modelo simplificado e progressivamente construir um modelo mais complexo.

Para a avaliação de DEA, seguindo as recomendações da literatura, esta Dissertação considerou a viabilidade de criação de dois modelos, os quais não incorporam a formação ou o aprendizado sistemático do centro cirúrgico do HUCFF, por isto denominados empíricos:

- o Modelo Empírico Estático; e

- o Modelo Empírico Dinâmico.

O que se pretende é, no Modelo Empírico Estático, vislumbrar a possibilidade de uma análise de DEA direta, ou seja, com os dados primários coletados diretamente no HUCFF, através de uma avaliação da denominada Configuração Atual do centro cirúrgico. Os resultados de suas diversas avaliações são descritas no Apêndice “D”.

Já no Modelo Empírico Dinâmico, o que ocorre é uma análise indireta, uma vez dependente dos resultados de outra ferramenta de Pesquisa operacional, a Simulação, com sua aplicação detalhadamente descrita no capítulo 5 desta Dissertação.

O Modelo Empírico Dinâmico considera dois momentos distintos: a avaliação de DEA da chamada Configuração Atual Otimizada, a qual incorpora as simplificações e modificações do Modelo de Simulação proposto, em sua primeira avaliação; a avaliação da chamada Configuração IDEAL, a qual incorpora exclusivamente os resultados da Simulação.

Como já esclarecido anteriormente, para a análise dos resultados, foi utilizado o programa IDEAL®, desenvolvido pela COPPE/UFRJ em 2004, versão 1.2, e que opera sob a plataforma do MATLAB 6.5, pois oferece uma interface gráfica em três dimensões do problema.

6.2.1 O Modelo Empírico Estático

O Modelo Empírico Estático, conforme já descrito anteriormente, utiliza uma avaliação de DEA que incorpora os dados fornecidos diretamente pelo HUCFF para a análise de eficiências comparativas entre as diversas especialidades cirúrgicas que atuam em seu centro cirúrgico.

Para uma maior simplificação, seguindo a linha já exposta, foi criada a variável $TEMPMED^9$ (tempo médio para a realização de uma cirurgia) individual para cada especialidade, obtida através da estatística básica das distribuições de probabilidade ajustadas referentes ao mês de agosto de 2006. Os resultados para esta nova variável podem ser visualizados na Tabela 15.

⁹ Frisa-se novamente que esta variável reflete uma simplificação, com seus dados obtidos a partir da contagem manual das Planilhas de Despesa do Paciente na Sala de Operação no mês de agosto de 2006.

ESPECIALIDADE	TEMPMEDIO (MIN)
CARDIO	253
GERAL	134
GINECO	53,8
NEURO	149
OFTALMO	74,6
ORAL	75,1
OTORRINO	121
ORTOP	107
PEDIATR	79,7
PLAST	169
PROCTO	135
TORAX	205
UROLOG	134
VASCULAR	122
HEMOD	*105
TCORNEA	*105
THEPAT	411,37
TMEDULA	*105
TRENAL	242
TPANPUL	470
TOTAL	3.250,57

Tabela 15 – Identificação da Variável TEMPMEDIO para as Diversas Especialidades Chamada (*): Valores Arbitrados a partir dos Resultados da Simulação

O quantitativo de médicos que atuam nas especialidades Hemodinâmica e Transplante de Córnea e Medula foi considerado como sendo o mesmo apurado para a Configuração Ideal, a fim de evitar distorções indesejáveis a título de eficiências comparativas.

Outra variável considerada de interesse para esta Dissertação foi a denominada \$/H (Reais/Hora). O valor desta variável, tanto para as Configurações Atual, Atual Otimizada e Configuração Ideal do centro-cirúrgico foi apurado da mesma forma, através da multiplicação do número de médicos das especialidades pelo montante do salário pago a este profissional, e sua posterior divisão pelo tempo total (em horas) de centro cirúrgico dedicado a esta especialidade. No mês de agosto de 2006, para as especialidades Transplante de Córnea, Medula e Hepático, em razão de não ter sido contabilizado nenhum procedimento no mês em questão, convencionou-se, em comum acordo com a opinião dos especialistas do HUCFF, o tempo de 9 H de dedicação de centro cirúrgico.

Ressalta-se que, de acordo com a Tabela 16, como simplificação, para o salário de Médico, adotou-se o montante apurado no item 4.2.2 (R\$ 4.497,30).

MODELO ESTÁTICO - CONFIGURAÇÃO ATUAL – PRIMEIRA AVALIAÇÃO				
PROFISSIONAL	N.º DE PROFISSIONAIS CONF. ATUAL (I)	SALÁRIO (R\$) (II)	TEMPO CC AGO/2006 (HORAS) (III)	\$/H ATUAL (R\$/H) (IV) = (I)*(II)/(III)
CARDIO	8	4.497,30	45,33	793,70
GERAL	24	4.497,30	338,90	318,49
GINECO	12	4.497,30	36,51	1.478,16
NEURO	9	4.497,30	68,13	594,10
OFTALMO	14	4.497,30	63,30	994,66
ORAL	8	4.497,30	36,73	979,54
OTORRINO	5	4.497,30	93,38	240,81
ORTOP	30	4.497,30	139,93	964,19
PEDIATR	6	4.497,30	21,83	1.236,09
PLAST	8	4.497,30	110,35	326,04
PROCTO	6	4.497,30	51,10	528,06
TORAX	9	4.497,30	44,97	900,06
UROLOG	10	4.497,30	111,18	404,51
VASCULAR	8	4.497,30	70,98	506,88
HEMOD	*2	4.497,30	54,85	163,99
TCORNEA	*2	4.497,30	**9,00	999,40
THEPAT	*3	4.497,30	**9,00	1.499,10
TMEDULA	*2	4.497,30	**9,00	999,40
TRENAL	*2	4.497,30	48,50	185,46
TPANPUL	*2	4.497,30	9,00	999,40
TOTAL	170	89.946,00	1.371,97	15.112,04

Tabela 16 – Identificação das Variáveis \$/H para a Configuração Atual do Centro Cirúrgico CC – Centro Cirúrgico

Chamada (*): Número de Profissionais arbitrado a partir dos Resultados da Configuração Ideal da Simulação

Chamada (**): Tempo Total de Centro Cirúrgico Arbitrado pelos Especialistas do HUCFF

A Tabela 16, mediante os parâmetros utilizados, reflete (para o mês de agosto de 2006) que o centro cirúrgico do HUCFF, com seus 170 especialistas, com tempo médio de centro cirúrgico gasto em torno de 1.371,97 MIN (ou 22,86 H) por profissional, ao mês, dispendeu com salários, em uma aproximação, cerca de R\$ 15.112,04 por hora-cirurgia. Ressalta-se que este tempo de dedicação de centro cirúrgico, aqui discriminado por especialidade, não abrange o tempo de preparação ou limpeza da sala de cirurgia, ou seja, retrata apenas o tempo efetivamente gasto na realização do procedimento cirúrgico.

A variável \$/H refletirá ainda, após a validação da Configuração Ideal, a informação imediata de que, quanto maior a sua distância em relação ao valor considerado ideal, maior será o grau de ociosidade, em termos de taxa de utilização, destes profissionais.

Especificamente para este modelo, foi criada ainda uma variável de ordem operacional denominada COMPLEX, a partir das considerações e definições de complexidade já abordadas anteriormente no item 2.3, a qual assume valores iguais a

1, 2 ou 3, em ordem crescente de complexidade cirúrgica, a qual agrega a opinião dos especialistas do HUCFF para os casos das especialidades não discriminadas por LOBO (1999); esta variável está representada na Tabela 17.

ESPECIALIDADE	COMPLEX
CARDIO	3
GERAL	2
GINECO	1
NEURO	2
OFTALMO	1
ORAL	1
OTORRINO	1
ORTOP	1
PEDIATR	*2
PLAST	1
PROCTO	2
TORAX	3
UROLOG	1
VASCULAR	3
HEMOD	*1
TCORNEA	*3
THEPAT	*3
TMEDULA	*3
TRENAL	*3
TPANPUL	*3

Tabela 17 – Valores da Variável COMPLEX para as Diversas Especialidades

* Valores Atribuídos pelos Especialistas do HUCFF

É importante esclarecer que os casos não contemplados por LOBO (1999) na Tabela 17, a qual formula uma medida *proxy* de risco médio, ocorreram em função da ausência de dados no ano de 1999 para estas especialidades cirúrgicas.

6.2.2 O Modelo Empírico Dinâmico

A dinâmica do presente modelo é concebida através da incorporação ostensiva dos resultados da Simulação, ferramenta esta que permitiu a visualização de duas configurações distintas de extrema importância para as análises de DEA:

- Configuração Atual Otimizada, e
- Configuração Ideal dos Recursos humanos do centro cirúrgico.

6.2.2.1 A Configuração Atual Otimizada

Relembra-se que esta Configuração é dita Atual porque utiliza os parâmetros da configuração original do centro cirúrgico (como, por exemplo, o número de profissionais e distribuições ajustadas), e ainda otimizada, uma vez que incorpora algumas modificações em relação à realidade do centro cirúrgico, como por exemplo, não adota a realização de turnos semanais, ou ainda, pressupõe a presença de todos os profissionais que atuam neste centro cirúrgico durante todo o horário de expediente, diariamente (exceto aos sábados e domingos). A Tabela 18 evidencia os resultados para a variável \$/H nesta configuração.

PROFISSIONAL	N.º DE PROFISSIONAIS CONF. ATUAL OTIMIZADA (I)	SALÁRIO (R\$) (II)	TEMPO CC ATUAL OTIMIZADA (HORAS) (III)	\$/H ATUAL OTIMIZADA (R\$/H) (IV) = (I)*(II)/(III)
CARDIO	8	4.497,30	165,33	217,62
GERAL	24	4.497,30	165	654,15
GINECO	12	4.497,30	165	327,08
NEURO	9	4.497,30	165,01	245,29
OFTALMO	14	4.497,30	165,02	381,54
ORAL	8	4.497,30	165	218,05
OTORRINO	5	4.497,30	165,03	136,26
ORTOP	30	4.497,30	165	817,69
PEDIATR	6	4.497,30	165,01	163,53
PLAST	8	4.497,30	165,01	218,04
PROCTO	6	4.497,30	165,01	163,53
TORAX	9	4.497,30	165	245,31
UROLOG	10	4.497,30	165,02	272,53
VASCULAR	8	4.497,30	165,11	217,91
HEMOD	*2	4.497,30	166,61	53,99
TCORNEA	*2	4.497,30	165	54,51
THEPAT	*3	4.497,30	165	81,77
TMEDULA	*2	4.497,30	165,31	54,41
TRENAL	*2	4.497,30	167,49	53,70
TPANPUL	*2	4.497,30	165	54,51
TOTAL	170	89.946,00	3.304,96	4.631,42

Tabela 18 – Identificação das Variáveis \$/H para a Configuração Atual Otimizada

CC – Centro Cirúrgico

Chamada (*): Número de Profissionais arbitrado a partir dos Resultados da Configuração Ideal da Simulação

Da mesma forma, a Tabela 18 evidencia ainda, mediante os parâmetros utilizados para Configuração Atual Otimizada, para o período considerado na análise (JAN/2005 a AGO/2006), que o centro cirúrgico do HUCFF, com seus 170 especialistas, com tempo médio de centro cirúrgico em torno de 3.304,96 MIN (ou 55,08 H) para cada profissional, ao mês, despenderia com salários cerca de R\$ 4.631,42 por hora-cirurgia, com uma redução em torno de 69,35% em relação ao

mesmo valor despendido na Configuração Atual, ou seja, a variável \$/H já reflete em uma possibilidade de um melhor aproveitamento dos recursos humanos deste centro cirúrgico. O Autor acredita na possibilidade de uma má utilização ou má alocação destes recursos. Ressalta-se novamente que este tempo de dedicação de centro cirúrgico, por especialidade, não abrange o tempo de preparação ou limpeza da sala de cirurgia, ou seja, retrata apenas o tempo efetivamente gasto na realização do procedimento cirúrgico.

6.2.2.2 A Configuração Ideal

A Configuração é dita Ideal porque atende ao propósito de atender a maior demanda o possível, com o menor número o possível de profissionais, uma vez estabelecido o limite para a taxa de utilização destes profissionais em até 85%, de acordo com o Modelo de Simulação Proposto no item 5.5. O que ocorre é que esta configuração incorpora as modificações sugeridas na Configuração Atual Otimizada, a qual apresenta altas taxas de ociosidade de pessoal e ainda, através de várias rodadas de Simulação, busca a configuração considerada ideal para o bom funcionamento das atividades do centro cirúrgico do HUCFF provendo atendimento, no mínimo, de sua demanda; assim é traduzido o fator dinâmico deste modelo. A Tabela 19 evidencia os resultados para a variável \$/H nesta configuração.

PROFISSIONAL	N.º DE PROFISSIONAIS CONF. IDEAL (I)	SALÁRIO (R\$) (II)	TEMPO CC CONF. IDEAL (HORAS) (III)	\$/H CONF. IDEAL (R\$/H) (IV) = (I)*(II)/(III)
CARDIO	2	4.497,30	167,38	53,74
GERAL	2	4.497,30	165,18	54,45
GINECO	2	4.497,30	165,12	54,47
NEURO	2	4.497,30	165,09	54,48
OFTALMO	1	4.497,30	165,59	27,16
ORAL	2	4.497,30	165,03	54,50
OTORRINO	2	4.497,30	165,15	54,46
ORTOP	2	4.497,30	165,03	54,50
PEDIATR	2	4.497,30	165,01	54,51
PLAST	2	4.497,30	165,15	54,46
PROCTO	2	4.497,30	165,01	54,51
TORAX	2	4.497,30	165,05	54,50
UROLOG	2	4.497,30	165,15	54,46
VASCULAR	2	4.497,30	165,89	54,22
HEMOD	2	4.497,30	167,82	53,60
TCORNEA	2	4.497,30	165	54,51
THEPAT	3	4.497,30	165	81,77
TMEDULA	2	4.497,30	165,25	54,43
TRENAL	2	4.497,30	169,11	53,19
TPANPUL	2	4.497,30	165	54,51

TOTAL	40	89.946,00	3.312,01	1.086,43
--------------	----	-----------	----------	----------

Tabela 19 – Identificação das Variáveis \$/H para a Configuração Ideal
CC – Centro Cirúrgico

Da mesma forma, a Tabela 19 mostra ainda, para o período considerado na análise (JAN/2005 a AGO/2006), que o centro cirúrgico do HUCFF, com seus 40 especialistas, com tempo médio de centro cirúrgico gasto em torno de 3.312,01 MIN (ou 55,20 H) para cada profissional, ao mês, despenderia com salários, em uma aproximação, cerca de R\$ 1.086,43 por hora-cirurgia, uma redução em torno de 76,54% em relação ao valor que seria despendido com salários na Configuração Atual Otimizada, e que ainda representa uma melhora em torno de 92,81% em relação aos gastos da Configuração Atual original; indubitavelmente há possibilidades de um melhor aproveitamento dos recursos humanos no centro cirúrgico do HUCFF.

6.2.3 Análise dos Resultados dos Modelos Empíricos Estático e Dinâmico

Cabe esclarecer, de forma preliminar, que a interpretação da variável \$/H, a qual representa o gasto por hora-cirurgia, consiste em: quanto maior a distância em relação ao seu valor ideal, menor é o aproveitamento dos profissionais desta especialidade no centro cirúrgico; ao inverso, quanto menor a sua distância em relação ao valor ideal, melhor é o aproveitamento do conjunto de recursos humanos alocado a esta especialidade, até o limite de saturação, o qual ocorre quando não há o equilíbrio entre a demanda e a oferta dos serviços cirúrgicos; ou seja, esta variável poderia ainda ser considerada como um índice de qualidade do centro cirúrgico, refletindo um valor global de seu aproveitamento.

Inicialmente as Tabelas Tabela 20 e Tabela 21 sintetizam os resultados obtidos respectivamente para os modelos Estático e Dinâmico.

MODELO ESTÁTICO							
ESPECIALIDADE	1ª AVAL. CRS/E/O/A	2ª AVAL. VRS/E/O/N	3ª AVAL. CRS/E/O/N	4ª AVAL. CRS/E/O/N	5ª AVAL. CRS/E/O/N	6ª AVAL. VRS/E/O/N	SCORE MÉDIO
CARDIO	0,076819	0,120853	0,140215	0,140215	0,088969	0,136052	0,08789
GERAL	-	-	-	-	-	-	-
GINECO	0,648426	1	0,311256	0,638718	0,638718	1	0,52964
NEURO	0,322608	0,341054	0,339432	0,409183	0,374538	0,390782	0,2722
OFTALMO	1	1	0,579184	1	1	1	0,697398
ORAL	0,413314	0,424329	0,413185	0,616975	0,411275	0,421956	0,337629
OTORRINO	0,940016	1	1	1	0,956262	1	0,737035
ORTOP	0,934057	1	0,401935	0,960856	0,960857	1	0,657213
PEDIATR	0,180358	0,191609	0,270485	0,357515	0,18734	0,198219	0,173191
PLAST	1	1	1	1	1	1	1
PROCTO	0,290587	0,291732	0,387828	0,403109	0,317412	0,318318	0,251123
TORAX	0,198487	0,282882	0,28507	0,294407	0,2193	0,30282	0,197871
UROLOG	0,72393	0,737983	0,560358	0,764609	0,764609	0,775336	0,540853
VASCULAR	0,519422	0,528195	0,473598	0,591684	0,557469	0,564259	0,404328
HEMOD	0,231454	1	0,513126	0,513126	0,281685	1	0,442424
TCORNEA	0,000677	0,000737	0,011933	0,011933	0,002623	0,002782	0,003836
THEPAT	-	-	-	-	-	-	-
TMEDULA	0,00406	0,004421	0,0179	0,638718	0,003934	0,004173	0,084151
TRENAL	0,089814	0,18681	0,408711	0,409183	0,198391	0,382535	0,209431
TPANPUL	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 20 – Síntese dos Resultados dos Scores de Eficiência do Modelo Estático

MODELO DINÂMICO									
ESPECIALIDADE	CONFIGURAÇÃO ATUAL OTIMIZADA				CONFIGURAÇÃO IDEAL				SCORE MÉDIO
	1ª AVAL. CRS/E/O/N	2ª AVAL. CRS/E/O/N	3ª AVAL. VRS/E/O/N	4ª AVAL. VRS/E/O/N	1ª AVAL. CRS/E/O/N	2ª AVAL. CRS/E/O/N	3ª AVAL. VRS/E/O/N	4ª AVAL. VRS/E/O/N	
CARDIO	0,131489	0,131489	0,192742	0,192742	0,124054	0,124054	0,513552	0,513552	0,240459
GERAL	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GINECO	1	1	1	1	0,86974	0,86974	1	1	0,967435
NEURO	0,489146	0,489149	0,627078	0,627078	0,324278	0,324278	0,330791	0,330791	0,442824
*OFTALMO	0,823113	0,823113	0,981672	0,981672	-	-	-	-	*0,902393
ORAL	0,837685	0,837694	1	1	0,548993	0,548993	0,581532	0,581532	0,742054
OTORRINO	1	1	1	1	0,578406	0,578406	0,602124	0,602124	0,795133
*ORTOP	-	-	-	-	1	1	1	1	*1
PEDIATR	0,492928	0,49293	1	1	0,238125	0,238125	0,249378	0,249378	0,495108
PLAST	0,757539	0,757554	1	1	0,734484	0,734484	0,764601	0,764601	0,814158
PROCTO	0,405929	0,405938	0,448234	0,448234	0,259891	0,259939	0,259939	0,259939	0,343505
TORAX	0,297167	0,297178	0,46789	0,46789	0,275229	0,275229	0,275229	0,275229	0,32888
UROLOG	0,750511	0,750511	0,946918	0,946918	0,517199	0,517199	0,538407	0,538407	0,688259
VASCULAR	0,619057	0,619057	0,69869	0,69869	0,384237	0,384237	0,531412	0,531412	0,558349
HEMOD	0,605712	0,605712	1	1	0,099723	0,099723	1	1	0,676359
TCORNEA	0	-	-	-	-	-	-	-	-
THEPAT	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TMEDULA	0,025043	0,025043	0,041242	0,041667	0,012465	0,012465	0,013422	0,013422	0,023096
*TRENAL	0,35524	0,35524	1	1	-	-	-	-	*0,67762
TPANPUL	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 21 – Síntese dos Resultados dos Scores de Eficiência do Modelo Dinâmico
 Chamada (*): Especialidades e Valores não Penalizados nas Análises Estatísticas para o cálculo da Média da Amostra

Inicialmente observa-se que as DMUs GERAL, THEPAT e TPANPUL não foram levadas em consideração em nenhum dos modelos de DEA utilizados, em função de terem apresentado algum tipo de distorção, como *outliers* ou valores extremos, ou ainda resultados com desempenho nulo na simulação.

Em um segundo momento verifica-se que, para o Modelo Estático, o melhor desempenho global para as DMUs foi observado na 2ª (VRS) e 6ª avaliação (VRS); justifica-se este desempenho através da escolha apropriada do modelo (Retornos Variáveis de Escala) e das variáveis¹⁰ que vieram a compor o modelo.

Já no Modelo Dinâmico, o qual utiliza os resultados da simulação, observa-se que tanto os resultados da 1ª e 2ª avaliação, bem como os resultados da 3ª e 4ª avaliação da Configuração Atual Otimizada apresentaram resultados idênticos; o mesmo acontece com a Configuração Ideal. O que ocorre é que a inclusão (2ª avaliação da Configuração Atual Otimizada; 4ª avaliação da Ideal), ou a não inclusão nas avaliações da variável MEDESP¹¹ (1ª avaliação da Configuração Atual Otimizada; 3ª avaliação da Ideal), não reflete qualquer alteração de desempenho para as DMUs, ou seja, a variável MEDESP, especificamente no Modelo Dinâmico, em suas duas configurações, não aporta qualquer tipo de informação adicional em relação as outras variáveis escolhidas; este resultado é importante e conclusivo no sentido em que os resultados da simulação, observados os cálculos do \$/H, são consistentes quando representados pelas variáveis escolhidas.

Ainda com relação ao Modelo Dinâmico, observa-se que o melhor desempenho global foi observado na 4ª avaliação (VRS), tanto para a configuração Atual Otimizada como para a Configuração Ideal (idêntica a 3ª avaliação).

A partir dos resultados do Modelo Dinâmico, na Configuração Atual Otimizada, 4ª Avaliação de DEA (VRS_E_O_N) do item 3.4 do Apêndice “D”, conclui-se que, do ponto de vista de DEA, seus resultados são consistentes e apresenta projeções mais flexíveis para a otimização global do centro cirúrgico; acredita-se que a metodologia DEA, em complementação aos resultados da simulação, estabeleça metas exeqüíveis para as diversas especialidades do centro cirúrgico do HUCFF.

Ainda para o Modelo Dinâmico, na Configuração Ideal, 4ª Avaliação de DEA (VRS_E_O_N) do item 4.4 do Apêndice “D”, conclui-se que a avaliação de DEA, do ponto de vista da Simulação, seus resultados não são incoerentes¹², dada a baixa taxa

¹⁰ Neste ponto sugere-se ao leitor a consulta ao Apêndice “D” para maiores esclarecimentos e visualização da fronteira em 3D nos resultados fornecidos pelo programa IDEAL®.

¹¹ A variável MEDESP representa a o número de médicos associados a cada especialidade cirúrgica; na Configuração Ideal recebe a designação de MEDESP1.

¹² Seria incoerente estabelecer uma meta de aumento de produção para uma DMU que já opera em uma taxa de ocupação limite (85%); mas isto não ocorre, de acordo com os resultados da Simulação para as especialidades cirúrgicas (vide Tabela 11 do item 5.4.2).

de utilização dos profissionais médicos nesta configuração, ainda que limitada a 85%, ou seja, a análise de DEA é aplicável, mediante as variáveis escolhidas, também para a Configuração Ideal do centro cirúrgico.

6.2.4 Análise Estatística dos Resultados dos Modelos Estático e Dinâmico

Em outra ótica, adotando-se um critério para a classificação dos *scores* médios obtidos nos Modelos Estático e Dinâmico, com a utilização da ferramenta estatística, com base no 1º, 2º e 3º quartil, convencionou-se a seguinte classificação para as eficiências comparativas:

- 1º quartil (0 a 25%) – DMUs consideradas ineficientes;
- 2º quartil (25% a 75%) – DMUs consideradas relativamente eficientes; e
- 3º quartil (75 a 100%) – DMUs eficientes.

As Figuras 35 e 36 apresentam as estatísticas básicas para os *scores* médios de eficiência respectivamente para o Modelo Estático e Dinâmico, modelos estes que não possuem quaisquer ponderações em relação às restrições aos pesos, ou seja, ficam livres para variar indiscriminadamente.

SCORES DE EFICIÊNCIA – MODELO ESTÁTICO

Os *scores* de eficiência do Modelo Estático representam a pontuação média associado às diversas especialidades do centro cirúrgico do HUCFF, neste modelo de DEA, em suas seis avaliações. A média destes *scores* na amostra é de 0,3898 por especialidade cirúrgica, e desvio-padrão 0,2727. No Histograma verifica-se que a distribuição desta variável é assimétrica negativa, sem *outliers* ou valores extremos. No *boxplot* observa-se que o conjunto tem alta variabilidade, pois 50% das especialidades cirúrgicas estão concentradas entre 0,1979 e 0,5408, 25% entre 0,0038 e 0,1979, e 25% entre 0,5408 e 1. A mediana é 0,3376.

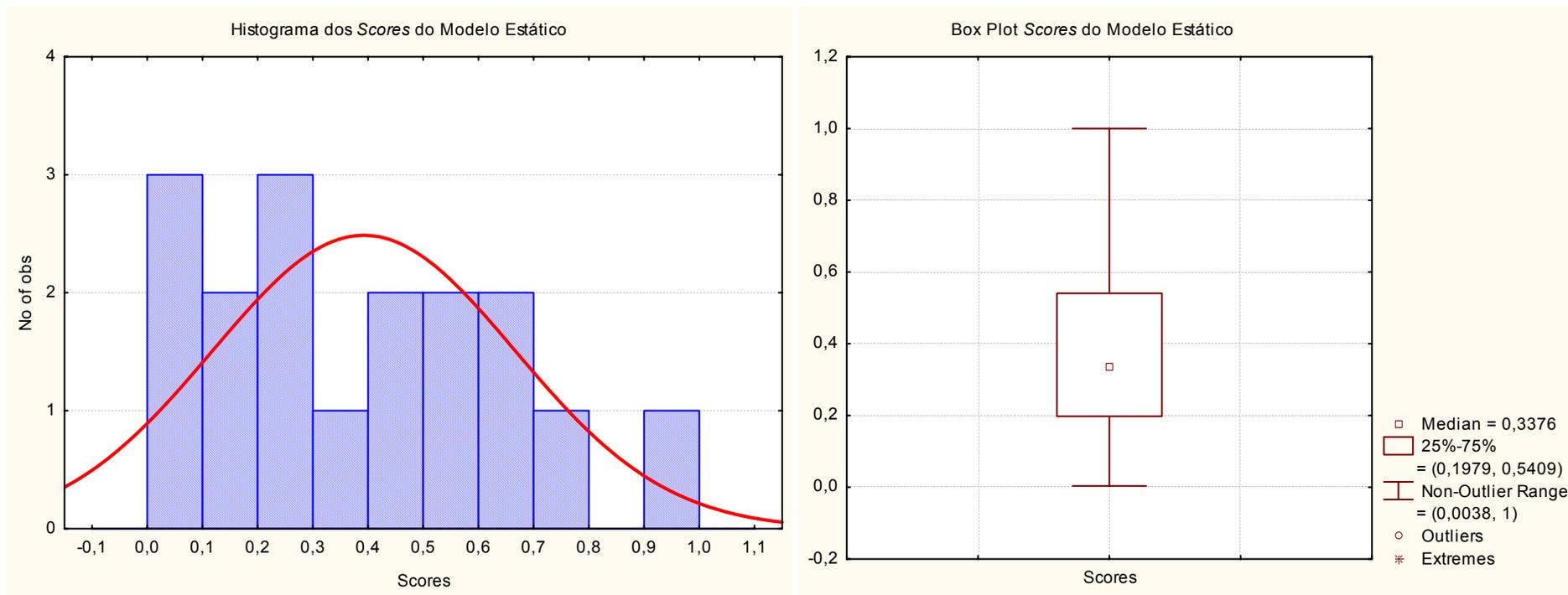


Figura 35 – Análise Estatística dos Scores Médios de Eficiência do Modelo Estático

SCORES DE EFICIÊNCIA – MODELO DINÂMICO

Os *scores* de eficiência do Modelo Dinâmico representam a pontuação média associado às diversas especialidades do centro cirúrgico do HUCFF, neste modelo de DEA, em suas oito avaliações. A média destes *scores* na amostra é de 0,6059 por especialidade cirúrgica, e desvio-padrão 0,2767. No Histograma verifica-se que a distribuição desta variável é assimétrica negativa, sem *outliers* ou valores extremos. No *boxplot* observa-se que o conjunto tem alta variabilidade, pois 50% das especialidades cirúrgicas estão concentradas entre 0,3932 e 0,8046, 25% entre 0,0230 e 0,3932, e 25% entre 0,8046 e 1. A mediana é 0,6770.

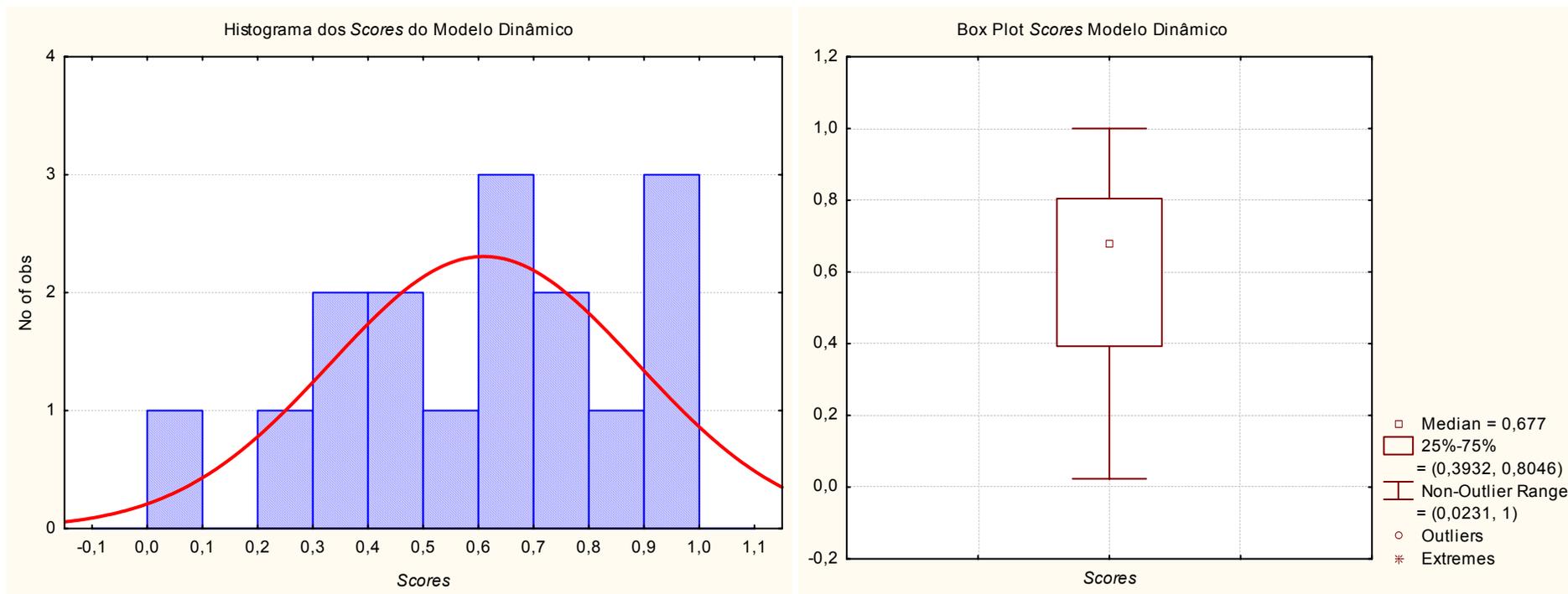


Figura 36 – Análise Estatística dos Scores Médios de Eficiência do Modelo Dinâmico

É importante esclarecer que, para efeitos de cálculo dos *scores* médios de eficiência do Modelo Dinâmico, convencionou-se, nesta análise, ouvida a opinião dos especialistas do HUCFF, não penalizar as DMUs que não obtiveram pontuações em todas as avaliações em ambas as configurações (Atual Otimizada e Ideal), uma vez que foram excluídas de algumas análises em função de algum tipo de distorção (*outliers* ou valores extremos), de acordo com os resultados das Tabelas 20 e 21, a fim de evitar uma avaliação errônea de DMUs consideradas eficientes.

Assim obtém-se, de acordo com os resultados das análises estatísticas, a classificação de pontuação do Modelo Estático de acordo com a Tabela 22.

SCORES MODELO ESTÁTICO		
CLASSIFICAÇÃO	ESPECIALIDADE	SCORES
EFICIENTES (<i>SCORE</i> ≥ 0,5478)	OFTALMO	0,697398
	OTORRINO	0,737035
	ORTOP	0,657213
	PLAST	1
	UROLOG	0,540853
RELATIVAMENTE EFICIENTES (<i>SCORE</i> ≤ 0,5478, e <i>SCORE</i> ≥ 0,1978)	GINECO	0,52964
	NEURO	0,2722
	ORAL	0,337629
	PROCTO	0,251123
	TORAX	0,197871
	VASCULAR	0,404328
	HEMOD	0,442424
	TRENAL	0,209431
INEFICIENTES (<i>SCORE</i> ≤ 0,1979)	CARDIO	0,08789
	PEDIATR	0,173191
	TCORNEA	0,003836
	TMEDULA	0,084151

Tabela 22 – Classificação de Pontuação do Modelo Estático

Da mesma forma, para o Modelo Dinâmico, tem-se a classificação de pontuação na Tabela 23.

SCORES MODELO DINÂMICO		
CLASSIFICAÇÃO	ESPECIALIDADE	SCORES
EFICIENTES (SCORE ≥ 0,8046)	GINECO	0,967435
	*OFTALMO	0,902393
	*ORTOP	1
	*PLAST	0,814158
RELATIVAMENTE EFICIENTES (SCORE ≤ 0,8046, e SCORE ≥ 0,3932)	*NEURO	0,442824
	*ORAL	0,742054
	OTORRINO	0,795133
	PEDIATR	0,495108
	UROLOG	0,688259
	*VASCULAR	0,558349
	*HEMOD	0,676359
INEFICIENTES (SCORE ≤ 0,3932)	*TRENAL	0,67762
	*CARDIO	0,240459
	PROCTO	0,343505
	TORAX	0,32888
	*TMEDULA	0,023096

Tabela 23 – Classificação de Pontuação do Modelo Dinâmico Chamada (*): DMUs com Classificação Idêntica a do Modelo Estático

A partir dos resultados das Tabelas 22 e 23, sob a ótica da análise estatística dos resultados de DEA, observa-se que tanto para o Modelo Estático, como para o Dinâmico, foram classificadas com mesmo grau de eficiência:

- Eficientes: GERAL¹³, OFTALMO, ORTOP e PLAST;
- Relativamente Eficientes: NEURO, ORAL, VASCULAR, HEMOD e TRENAL;

e

- Ineficientes: CARDIO e TMEDULA.

Duas constatações interessantes podem ser auferidas através da simples comparação entre os resultados das Tabelas 21 e 22 - caso houvesse a implementação de algumas das melhorias sugeridas pela simulação, do ponto de vista de DEA, haveria a tendência das seguintes trocas de níveis de pontuação das especialidades cirúrgicas:

¹³ Neste ponto é importante esclarecer que, apesar da DMU GERAL ter sido excluída das avaliações de DEA, ouvida a opinião dos especialistas do HUCFF, é obrigatório o reconhecimento de sua eficiência e, para as conclusões que se seguem, esta especialidade será considerada como sendo eficiente.

- elevação do nível de classificação de relativamente eficiente para eficiente da DMU GINECO, com a conseqüente redução de nível das DMUs OTORRINO e UROLOG; e

- elevação do nível de classificação de ineficiente para relativamente eficiente da DMU PEDIATR, com a conseqüente redução de nível das DMUs PROCTO e TORAX.

O interesse destas conclusões preliminares com o uso da ferramenta estatística é orientar o gestor a direcionar qualquer tipo de investimento disponível, (sejam estes financeiros, aumento de recursos humanos, ou até mesmo inovações ou modificações em estrutura física) em um primeiro momento, prioritariamente, para as especialidades cirúrgicas que apresentam uma expectativa de mudança em sua classificação de eficiência; em um segundo momento, caso houvesse esta disponibilidade de investimento, a orientação recairia sobre as especialidades que demonstraram possíveis aumentos apenas em seus scores de eficiência, sem a troca de sua classificação.

Desta forma, através da utilização da Estatística e das ferramentas de PO (Pesquisa Operacional) Simulação e Análise Envoltória de Dados (DEA), considera-se que estes resultados sintetizam um censo comum preliminar sobre a análise de eficiência das diversas especialidades cirúrgicas que atuam no centro cirúrgico do HUCFF.

6.3 O Modelo SIMDEA

A fundamentação do Modelo SIMDEA está baseada nas mesmas proposições adotadas até o presente momento para os Modelos Estático e Dinâmico. Serão utilizadas novas nomenclaturas (ou siglas) para as seguintes variáveis que já foram construídas e analisadas estatisticamente no decorrer do apêndice D: MEDESP (Configuração Atual) e MEDESP1 (Configuração Ideal); \$/H ATUAL (Configuração Atual), \$/H IDEAL (Configuração Ideal); CIREALIZADA (Configuração Atual) e CIREALIZADA2 (Configuração Ideal). Estas variáveis receberão uma nova nomenclatura: MEDICOS (para MEDESP e MEDESP1), \$/H GERAL (PARA \$/H ATUAL e \$/H IDEAL), CIREALIZADA3 (para CIREALIZADA E CIREALIZADA2 – para o período de um mês); este modelo utilizará ainda a variável COMPLEX (mantida a nomenclatura e valor original).

A título de inovação, o que ocorre é que agora serão criadas DMUs artificiais que utilizam apenas os resultados da simulação, a Configuração Ideal; a Configuração Atual é a resultante dos dados primários obtidos no HUCFF e não utiliza os resultados

da Simulação. O grande interesse nesta aplicação fundamenta-se no fato da variável \$/H (Reais/Hora) considerar, em seu cálculo, o tempo de dedicação de centro cirúrgico apurado, por especialidade, para a Configuração Atual e Ideal de recursos humanos para do HUCFF.

Inicialmente é importante esclarecer que, após inúmeras discussões com os especialistas do HUCFF, foi decidido que a variável TEMPMEDIO deveria ser excluída das avaliações que se seguem, uma vez que esta variável reflete tempos de cirurgia contabilizados manualmente apenas para o mês de agosto de 2006.

Outro aspecto de interesse diz respeito à projeção da variável COMPLEX, uma vez que os modelos são orientados a *output*, como se verá nos resultados das avaliações do Modelo SIMDEA, e a tendência de sua projeção para valores a maior foi interpretada, em comum acordo com a opinião dos especialistas do HUCFF, que há uma possibilidade de melhoria na produtividade deste centro cirúrgico quando há o aumento na quantidade de cirurgias níveis de complexidade mais elevados, o que fornece uma dupla interpretação: aumentar o número de cirurgias das especialidades categorizadas com nível de complexidade 3; ou, alternativamente, buscarem-se, em trabalhos futuros, fontes que estabeleçam novos parâmetros de complexidade para cada tipo de cirurgia, ou seja, contemplar os diferentes níveis de complexidade que estão associados a cada procedimento cirúrgico (de cada especialidade), de forma diferenciada, estabelecendo-se diferentes níveis de complexidade para a mesma especialidade. O interesse ocorreria em analisar o porte das cirurgias realizadas no HUCFF, visando aprofundar a informação sobre a variável COMPLEX.

É importante esclarecer que, segundo os especialistas do HUCFF, em consonância com a política atual dos Hospitais de Ensino, existe hoje um incentivo ao aumento do nível de complexidade destes hospitais, circunscritos pelos fatores epidemiológicos do local em que está situado, o que explica as projeções da variável COMPLEX.

Foram realizadas ao todo duas (02) avaliações distintas com as DMUs e variáveis disponíveis; a primeira avaliação foi considerada eficiente e apresenta a visualização das fronteiras de produção, e será utilizada para os comentários deste Modelo; já a segunda avaliação foi realizada com a exclusão das DMUs GERAL e AGERAL; ORTOP e AORTOP, como sugerido pela Estatística, visando obter metas mais flexíveis para as demais DMUs¹⁴.

¹⁴ Os resultados para a primeira, segunda e terceira avaliações do SIMDEA, e ainda uma análise de sensibilidade para cada avaliação, podem ser visualizados no item 5.0 do Apêndice "D".

A Tabela 24 apresenta a síntese dos resultados do Modelo SIMDEA (VRS/E/O/N), 1ª avaliação, com as combinações de distâncias entre as DMUs originais e as DMUs artificiais criadas para o estudo.

COMPARAÇÕES ENTRE AS PROJEÇÕES DE EFICIÊNCIA – PRIMEIRA AVALIAÇÃO – MODELO SIMDEA						
ESPECIALIDADES	CIREALIZADA3 DMUs ORIGINAIS (I)	P(CIREALIZADA3) DMUs ORIGINAIS (II)	P(CIREALIZADA3) DMUs ARTIFICIAIS (III)	DISTÂNCIA (IV = II - I)	DISTÂNCIA (V = III - II)	DISTÂNCIA (VI = III - I)
CARDIO	9,40	9,40	40,00	0,00	30,60	30,60
GERAL	124,95	177,69	463,00	52,74	285,31	338,05
GINECO	31,30	93,90	338,62	62,60	244,72	307,32
NEURO	25,60	38,40	154,39	12,80	115,99	128,79
OFTALMO	67,95	190,65	163,00	122,70	-27,65	95,05
ORAL	27,70	83,10	309,30	55,40	226,20	281,60
OTORRINO	41,90	125,62	408,48	83,72	282,86	366,58
ORTOP	72,15	200,36	463,00	128,21	262,64	390,85
PEDIATR	13,60	20,40	87,00	6,80	66,60	73,40
PLAST	60,70	173,41	463,00	112,71	289,59	402,30
PROCTO	19,50	29,25	127,22	9,75	97,97	107,72
TORAX	21,50	21,50	90,00	0,00	68,50	68,50
UROLOG	42,20	126,42	379,67	84,22	253,24	337,47
VASCULAR	31,75	31,75	125,00	0,00	93,25	93,25
HEMOD	8,60	25,80	95,22	17,20	69,42	86,62
TCORNEA	0,20	0,20	0,00	0,00	-0,20	-0,20
THEPAT	3,00	3,00	0,00	0,00	-3,00	-3,00
TMEDULA	0,30	0,30	4,00	0,00	3,70	3,70
TRENAL	6,85	6,85	18,00	0,00	11,15	11,15
TPANPUL	0,35	0,35	0,00	0,00	-0,35	-0,35
TOTAL	609,50	1358,35	3728,90	748,85	2370,55	3119,40

Tabela 24 - Síntese dos Resultados da 1ª Avaliação do Modelo SIMDEA com as Projeções de Eficiência e Distâncias entre as DMUs Originais e as DMUs Artificiais

Em síntese apertada, através dos resultados da Tabela 24, considera-se que, assumidas as condições já estabelecidas, tem-se três proposições para esta avaliação de desempenho:

- que a distância medida (IV = II - I) a partir do número de cirurgias realizadas na projeção das DMUs originais (II), em relação ao número de cirurgias realizadas pelas DMUs originais (I), reflete a meta para que as demais DMUs sejam consideradas como eficientes, com um aumento de sugerido de aproximadamente 122,86% no número total de cirurgias realizadas;
- que a distância medida (V = III - II) a partir do número de cirurgias na projeção das DMUs artificiais (III), em relação ao número na projeção das DMUs originais (II), reflete a meta para que as demais DMUs sejam consideradas como eficientes, com um aumento sugerido de aproximadamente 388,93% no número total de cirurgias realizadas; e

- que a distância medida ($VI = III - I$) a partir do número de cirurgias na projeção das DMUs artificiais (III), em relação ao número de cirurgias realizadas pelas DMUs originais (I), reflete a meta para que as demais DMUs sejam consideradas como eficientes, com um aumento sugerido de aproximadamente 511,79% no número total de cirurgias realizadas.

Estas três assertivas fornecem indicadores e tendências para orientar a direção de possíveis melhorias, relevando-se a projeção do nível de complexidade associado às diversas especialidades cirúrgicas e os comentários já realizados, e a sua escolha e implementação depende de outros fatores que não são do conhecimento do Autor, sendo que a decisão finalística caberá sempre ao gestor. Por exemplo, é questionável tentar se atribuir um valor prescritivo ao aumento do nível de complexidade, uma vez que existem inúmeras variáveis de custo associadas aos procedimentos mais complexos (como, por exemplo, o preço de próteses, material cirúrgico e outros), as quais não foram contempladas nesta Dissertação.

A título de eficiências comparativas, conclui-se ainda que, a partir dos resultados do item 5.0 do Apêndice “D” que, no total, dezoito (18) DMUs foram consideradas como sendo eficientes pelo Modelo SIMDEA na primeira avaliação, entre elas 8 DMUs originais e 10 DMUs artificiais.

Inicialmente verifica-se que o Modelo SIMDEA ao incorporar a variável que associa a complexidade a cada especialidade cirúrgica (COMPLEX), penaliza algumas DMUs que são consideradas eficientes pelos próprios especialistas do HUCFF, como é o caso das especialidades GERAL e ORTOP.

Por fim, conclui-se que o Modelo SIMDEA, ao considerar em suas avaliações as DMUs artificiais, obtidas através dos resultados da Simulação, em conjunto com as DMUs originais, obtidas através dos dados primários coletados no HUCFF, é inovador e relevante ao estabelecer metas complementares aos resultados da Simulação; é conclusivo também em manifestar a necessidade, em trabalhos futuros, de se aprofundar o conhecimento do nível de complexidade das diversas especialidades cirúrgicas que atuam no HUCFF.

7. PESQUISAS FUTURAS

Outros estudos poderão avaliar a Direção dos hospitais enfocando também outros subsistemas e componentes hospitalares, como os subsistemas gerencial, estrutural, estratégico e humano-cultural, à semelhança de como foram avaliados os Recursos Humanos do centro cirúrgico do HUCFF nesta Dissertação, desde que as atividades neles realizadas sejam relevantes, de modo a fornecer informações que possam ser incorporadas à avaliação do desempenho produtivo de um centro cirúrgico.

Estudos futuros poderão ainda aperfeiçoar o modelo proposto, com ênfase na especificação da fronteira com outros dados disponíveis e confiáveis sobre produtos e insumos, e também que incluam outros fatores ambientais que comprovarem afetar a produtividade de centros cirúrgicos, tais como estrutura de mercado, atividades de ensino, localização, escopo de serviços. Estudos poderão adicionar outros critérios à avaliação de desempenho de centro cirúrgico, como eficácia, efetividade e relevância. As avaliações realizadas poderiam apresentar resultados mais consistentes com Modelos de DEA não radiais.

Verificou-se que o problema fundamental na avaliação da eficiência no setor de saúde é a seleção de insumos e produtos hospitalares para a medida de eficiência. Medidas inapropriadas podem causar viés e inconsistência de resultados da análise da eficiência. Em muitos estudos sobre desempenho produtivo de hospitais, a inadequação de controles das diferenças na qualidade dos serviços de saúde providos pelos hospitais e na gravidade da doença do paciente é atribuída, em grande parte, à ausência de dados. Nos modelos propostos, nenhuma variável foi incluída para ajustar diferenças na qualidade do serviço de saúde provido pelo centro cirúrgico do hospital. O principal motivo foi o reconhecimento da indisponibilidade geral desse tipo de dado para estudos dessa natureza, fato este decorrente das dificuldades que os serviços e sistemas de saúde têm para medir a qualidade do serviço prestado.

Importa-se ainda frisar sobre a necessidade de incentivar estudos que ampliem as informações disponíveis sobre os diferentes níveis de complexidade associados a cada intervenção cirúrgica, variável esta que representou o aporte tecnológico de cada uma das diversas especialidades que atuam em um centro cirúrgico, a fim de se buscar um melhor ajuste das fronteiras de eficiência, e fornecer informações mais precisas aos gestores de hospitais.

8. CONCLUSÃO

Com o desenvolvimento da Dissertação foi alcançado o objetivo geral de construir um Modelo de Avaliação de Desempenho do Centro Cirúrgico do HUCFF que utilizasse os resultados da Simulação para estabelecer metas a fim de otimizar o funcionamento deste centro cirúrgico, e estimasse o impacto dos atores e fatores de seu ambiente operacional em sua produtividade: o Modelo SIMDEA, ou de Duas Fases. A simples visualização dos dados, e a composição das variáveis utilizadas trazem, em seu bojo, informações de especial interesse para os gestores de hospital.

O objetivo geral foi viabilizado mediante o alcance de dois objetivos específicos da Dissertação. O Objetivo específico 1 foi construir um Modelo de Simulação que possibilitasse: maximizar a utilidade da informação coletada, identificar alternativas alocativas potenciais para seus recursos humanos e construir DMUs artificiais com estes resultados. A fundamentação teórica deste modelo está descrita ao longo do Capítulo 5, com a síntese de seus pressupostos e de sua estrutura básica.

O Objetivo específico 2 foi construir um Modelo de DEA que utilizasse os resultados do Modelo de Simulação, com a criação de variáveis artificiais, em conjunto com os dados primários coletados no HUCFF e aplicar o Modelo SIMDEA proposto ao centro cirúrgico do Hospital universitário Clementino Fraga Filho (HUCFF), com a posterior análise de seus resultados, ao considerar as DMUs artificiais como *benchmarks* para as DMUs originais criadas a partir dos dados primários. A fundamentação deste modelo foi desenvolvida no item 6.3 do Capítulo 6.

Importa-se ressaltar que a Simulação, por si só, já estabelece metas e define rumos a serem seguidos pelos gestores, sendo considerada uma Metodologia ímpar, a qual evidenciou resultados extremamente consistentes para o centro cirúrgico do HUCFF.

A Dissertação, através de um Estudo de Caso, solucionou o problema de como avaliar o desempenho da produtividade de um centro cirúrgico, ao considerar, em suas avaliações, as DMUs artificiais, obtidas através dos resultados da Simulação, em conjunto com as DMUs obtidas a partir dos dados primários coletados no HUCFF.

Em um segundo momento, esta Dissertação comprovou que as metas estabelecidas pelo Modelo SIMDEA, criadas a partir da distância em relação ao número de cirurgias realizadas pelas DMUs artificiais, sugere três proposições

diferentes, em termos de metas complementares aos resultados da simulação, para a posterior avaliação pelos gestores do hospital.

A Dissertação foi também inovadora no contexto brasileiro por avaliar a influência do ambiente operacional no desempenho de um centro cirúrgico mediante o uso concomitante das técnicas não-paramétricas DEA e Simulação, levando-se em conta um embasamento estatístico, bem como por permitir verificar o componente gerencial da eficiência técnica, considerando os diversos tipos de variáveis controladas pela Direção do hospital. É importante frisar que, ainda como inovação, a Simulação forneceu DMUs artificiais mais consistentes do que as existentes na literatura atual, as quais representam *Benchmarks* para as DMUs do problema original.

A Dissertação forneceu fundamentação teórica e metodológica sobre produtividade e eficiência técnica de um centro cirúrgico, bem como sobre os fatores internos que têm impacto sobre elas. O Modelo SIMDEA proposto para a avaliação de um centro cirúrgico oferece possibilidades de análise da influência de fatores ambientais internos em sua produtividade, entretanto, deve-se ressaltar que são inúmeros os fatores ambientais passíveis de serem analisados, os quais poderão ser incluídos nos modelos à medida que forem constatadas, teoricamente, relações causais entre esses fatores e a produtividade de centros cirúrgicos, bem como à medida que forem ampliadas as bases de dados inventariadas, em termos quantitativos e qualitativos.

DEA é considerada uma técnica de avaliação de eficiência muito útil, principalmente porque permite flexibilidade na especificação de um processo de produção complexo como o requerido para a modelagem de serviços hospitalares.

Sendo uma sofisticada forma de análise de indicadores, ela é superior a uma simples análise parcial de indicadores devido à sua capacidade de efetuar comparações entre especialidades cirúrgicas semelhantes, levando em conta a composição do serviço de cada uma destas especialidades. Ela fornece um único indicador de eficiência, ao mesmo tempo em que permite múltiplos produtos e insumos, sem necessariamente utilizar dados sobre preços e custos.

Com o uso da Simulação, vislumbrou-se a oportunidade de contornar um problema comumente atribuído à DEA, o qual se relaciona ao fato de esta abordagem de avaliação da eficiência ser considerada estática, uma vez que ela: (a) limita-se a um determinado período; (b) não incorpora o aspecto dinâmico de organizações caracterizado por mudanças contínuas, ainda que sutis e lentas; e, (c) não fornece explicações sobre como ocorrem as decisões sobre uma tecnologia, além de elas serem motivadas pela racionalidade organizacional. Contudo, há que se considerar que decisões sobre a alocação de recursos e sobre a modificação de tecnologia

produtiva não costumam ser abruptas, uma vez que, geralmente, são planejadas para o médio e/ou longo prazo, pois dizem respeito à sobrevivência e à manutenção da organização num ambiente em constante modificação.

WORTHINGTON (2001) comenta sobre críticas ao mau uso de técnicas de fronteiras em serviços de saúde, que se referem a estudos sobre a avaliação de hospitais, principalmente os públicos. Esses estudos direcionam recomendações políticas a respeito de controle e cortes orçamentários. Concordamos com o autor quanto ao fato de o problema não estar em cortar o orçamento, mas em renovar as práticas gerenciais. Cortes orçamentários são necessários onde haja conflito entre os padrões governamentais quanto à mínima capacidade e qualidade do cuidado de saúde em hospitais de uma determinada região. Portanto, os resultados de avaliações devem contemplar essa questão e fornecer informação para os gestores do sistema de saúde, que possibilite a avaliação do desempenho gerencial da Direção do hospital, bem como que permita identificar e isolar os efeitos da influência dos atores e fatores do ambiente operacional nas decisões da Direção.

Assim, com o uso do Modelo SIMDEA, os gestores poderão identificar em seu centro cirúrgico as melhores práticas observadas na prestação de serviços e, através delas, estabelecer políticas e vislumbrar os possíveis resultados para a sua melhoria do ponto de vista social, considerando o ambiente operacional de cada hospital. Da mesma forma, estas políticas, antes de serem adotadas, podem ser ajustadas com o uso da Simulação, para se obter uma possível tendência dos seus resultados, e ainda estabelecer seus limites e alcances.

Por fim, acredita-se, em particular, que o estudo aqui desenvolvido pode ser útil para fins de orientação geral de gestores de organizações hospitalares, sem atribuir qualquer conteúdo prescritivo, e ainda servir como ilustração de propriedades positivas de mecanismos de coordenação de organizações hospitalares. Na medida em que enfatiza avaliações comparativas e não-prescritivas de eficiência, oferece explicações para ineficiências, e sugere que as ineficiências apontadas venham a ser apreciadas e revisadas por gestores e incorporadas a desdobramentos posteriores da análise empreendida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUILAR, R.M., MORENO, L., "Using KADS Methodology in a Simulation Assited Knowledge Based System: application to hospital management", *Science@Direct* v.20, n.3 (Apr), pp.235-249, 2001.

ATHANASSOPOULOS, A; GOUNARIS, C. "Assessing the technical and allocative efficiency of hospital operations in Greece and its resource implications", *European Journal of Operational Research*, n.133, p. 416-431, 2001.

BANKER, R.; CHARNES, A., COOPER, W. W., "Some models for estimating technical and scale inefficiencies in Data Envelopment Analysis", *Management Science*, v. 30, n. 9, pp. 1078-1092, 1984.

_____ ; CONRAD, R. F.; STRAUSS, R. P., "A Comparative Application of DEA and Translog Methods: an illustrative study of hospital production", *Management Science*, v. 32, n. 1, pp. 30-44, 1986.

_____ ; MOREY, R. C., "Efficiency Analysis for Exogenously Fixed Inputs and Outputs", *Operations Research*, v. 34, n. 4 (Jul-Aug), pp. 513-521, 1986.

BANKS, Jerry., CARSON, John S., "Discrete-Event System Simulation", *Prentice-Hall*, pp. 03, 1984.

BANKS, J., CARSON, J.S e NELSON, B.L., 1996, "Discrete-Event System Simulation", *Prentice Hall International Series in Industrial and Systems Enginnering*, 2 ed. New Jersey, Prentice-Hall.

BITTAR, O.J.N.V., "Produtividade em hospitais de acordo com alguns indicadores hospitalares", *Revista de Saúde Pública*, v.1, n.30, pp.53-60, 1996.

CALVO, M. C. M., *Avaliação dos hospitais do SUS em Santa Catarina a partir das internações no ano de 2000*, Florianópolis, 2003. 127 p. Trabalho apresentado para concurso público de professor adjunto do Departamento de Saúde Pública, Universidade Federal de Santa Catarina.

CHANG, Hsi-hui., "Determinants of hospital efficiency: the case of Central Government-owned Hospitals in Taiwan", *Omega*, v. 26, n. 2, pp. 307-317, 1998.

CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E., "Evaluating program and managerial efficiency: an application of Data Envelopment Analysis to Program Follow Through", *Management Science*, v. 27, n. 6, pp. 668-97, Jun., 1981.

_____; _____; _____, "Measuring the Efficiency of Decision Making Units". *European Journal of Operational Research*, v. 2, n. 6, pp. 429-444, 1978.

_____; COOPER, W., GOLANY, B. SEIFORD, L. and SHUTZ, J., "Foundations of Data Envelopment Analysis for Pareto-Koopmans Efficient Empirical Production Functions", *Journal of Econometrics*, Vol. 30, pp. 91-107, 1995.

_____; SEIFORD, L.; ZHU, J., "Slacks and congestion: response to a comment by R. Färe and S. Grosskopf", *Socio-Economic Planning Sciences*. v.35, pp.205-215, 2001.

COELLI, T., RAO, P. D. S., BATTESE, G. E., 1998, *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*, 1 ed., Boston, Kluwer Academic Publishers.

DONABEDIAN, A. *Qualidade na Assistência à Saúde*. São Paulo, FGV/HCFMUSP, PROAHSA, maio, 1993.

ESPIGARES, José L. Navarro. *Análisis de la Eficiencia em las Organizaciones Hospitalarias Públicas*. Granada: Universidad de Granada, 1999, 475 p.

ESTELLITA LINS, M., MOREIRA, M. C. B., 1999, "Método I-O Stepwise para Seleção de Variáveis em Modelos de Análise Envoltória de Dados", *Pesquisa Operacional*, vol. 19, nº 1, pp. 39-50.

_____; ÂNGULO-MEZA, L., *Análise Envoltória de Dados e Perspectivas de Integração no Ambiente de Apoio à Decisão*, Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2000.

FÄRE, R.; GROSSKOPF, S.; LOVELL, C. A. K., *Production frontiers*. 1. ed. Cambridge: University Press, 1994, 296 p.

_____; _____. *The Measurement of Efficiency of Production: Studies in Productivity Analysis*, v. 6. Boston: Kluwer, 1985.

FARRELL, M. J., "The Measurement of Productive Efficiency", *Journal of the Royal Statistical Society, Series A*, v. 120, Part III, pp. 253-290, 1957.

FERREIRA, A. A.; REIS, A. C. F.; PEREIRA, M. I., *Gestão empresarial: de Taylor aos nossos dias - evolução e tendências da moderna administração de empresas*, São Paulo: Pioneira, 1997 (2. ed. tiragem 1998). 256 p.

FILHO, A.N., 2002, *A Simulação Como Método de Avaliação da Qualidade de Atendimento Hospitalar: o caso da emergência em um hospital municipal*. Tese de M.Sc. COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.

FRIED, H. O.; LOVELL, C. A. K.; SCHMIDT, S. S., "The Measurement of Productive efficiency: techniques and applications", *Oxford Univ. Press*, pp. 335-351, 1993.

_____.; _____.; _____.; YAISAWARNG, S., "Accounting for environment effects and statistical noise in Data Envelopment Analysis", *Journal of Productivity Analysis*, v. 17, n.1/2, Jan. /Mar., 2002.

_____.; SCHMIDT, S. S.; YAISAWARNG, S. "Incorporating the operating environment into a nonparametric measure of technical efficiency", *Journal of Productivity Analysis*, v. 12, n. 3, pp. 249-67, Nov. 1999.

GABCAN, Ludmila., 2000, *Representação Visual 3D de um setor para o Novo Instituto de Doenças do Torax*. Tese de M.Sc. COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

GOLANY, B., ROLL, Y., 1989, "An Application Procedure for DEA", *OMEGA Int. J. of Mgmt, Sci.*, vol. 17, nº 3, pp. 237-1250.

GONÇALVES, A. A., 2004, *Gestão da Capacidade de Atendimento em Hospital de Câncer*. Tese de D.Sc. COPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

GONZÁLEZ, C.J., GONZÁLEZ, M., Rios, N.M., "Improving The Quality of Service An Emergency Room Using Simulation-Animation And Total Quality Management", *Computers Ind. Eng.*, V.33, nºs. 1-2, pp.97-100, 1997.

GROSSKOPF, S.; MARGARITIS, D.; VALDAMANIS, V., "Estimating product substitutability of hospital services: a distance function approach", *European Journal of Operational Research*, v. 80, pp. 575-587, 1995.

_____.; _____.; _____. *The effects of teaching on hospital productivity*. Socio-Economic Planning Sciences, n. 35, p. 189-204, 2001.

HERNÁNDEZ, J.Z., SERRANO, J.M., "Knowledge-based models for emergency

management system”, *Science@Direct*, v.20, n.2, pp. 173-186, Feb. 2001

HUGHES, A.; YAISAWARNG, S., “Efficiency of Local Police Districts: a New South Wales experience”. In: BLANK, J. L. T. (ed.). *Public Provision and Performance: Contributions from Efficiency and Productivity Measurement*. The Netherlands: Elsevier Science B.V., 2000, pp. 277-296.

JURAN, J. M.; GRZYNA, F. M., *Controle da qualidade: conceitos, políticas e filosofia da qualidade*. São Paulo: Makron: McGraw-Hill, 1991.

KATSALIAKI, K.; BRAISFORD, S. C., 2007, “Using Simulation to Improve the Blood Supply Chain”, *Journal of Operational Research Society*, v. 58, n. 2 (Feb), pp 219-227.

KIRIGIA, J.M.; EMROUZNEJAD, A.; SAMBO, L.G., “Measurement of technical efficiency of public hospitals in Kenya: using data envelopment analysis approach”, *Warwick Business School*, n.340, dec/2000.

KOOPMANS, T. C. *Analysis of production as an efficient combination of activities*. In: _____(ed.). *Activity analysis of production and allocation*, New York: Wiley, 1951.

KUO, N.; TANG, CH.; YANG, C.; CHEN, J., “Determinants of hospital efficiency – an application of data envelopment analysis”, *The New Taipei Journal of Medicine*, v. 2, pp. 27-38, 2000.

LOBO, M. S. C., 1999, *Relatório Sobre a Evolução dos Óbitos no HUCFF no período de 1996 a 1998*. Divisão de Saúde da Comunidade – Serviço de Saúde Coletiva – HUCFF, Rio de Janeiro, R.J.

MARINHO, A., 2001, *Hospitais universitários: indicadores de utilização e análise de eficiência*. Texto de discussão do IPEA. nº 833. Rio de Janeiro: IPEA.

_____ ; FAÇANHA, L. O. *Hospitais universitários: avaliação comparativa de eficiência técnica*. IPEA, 2001. Disponível em: <<http://www.ipea.gov.br>>. Acesso em: 16.11. 2006.

MIRANDA, R.C.da Rocha, “O Uso da Informação na Formulação de Ações Estratégicas”, *SciELO*, v.28, n.3, pp. 1-9, Sept./Dec.1999.

NEWHOUSE, J., “Toward a theory of non-profit institutions: an econometric model of hospital”, *American Economic Review*, v. 60, pp. 64-74, 1970.

NORMAN, M. & STOECKER, B. *Data envelopment analysis: the assessment of performance*. West Sussex: John Wiley & Sons, 1991.

NOVAES, H. M. D. “Avaliação de programas, serviços e tecnologias em saúde”, *Revista de Saúde Pública*, v. 34, n. 5, out., 2000.

PIDD, M., DE SILVA, F.N., Eglese, R.U., “A Simulation Model for Emergency Evacuation”, *European Journal of Operation Research*, pp.413-419, 1996.

RODRIGUES, M. G. V., *Metodologia da pesquisa: elaboração de projetos, trabalhos acadêmicos e dissertações em ciências militares*, 2. ed Rio de Janeiro, EsAO, 2005.

ROSENHEAD, J., “Emergency but no Accident”, *Operation Research Society*, pp. 1-5, 1988.

SABBADINI, F. S., GONÇALVES, A. A., De OLIVEIRA, M. J. F., *A aplicação da teoria das restrições (TOC) e da simulação na gestão da capacidade de atendimento em hospital de emergência*. In: 3rd International Conference on Information Systems and Technology Management/ XXI World Continuous auditing

conference, 2006, São Paulo. 3 Contecsi- 3rd International Conference on Information Systems and Technology Management/ XXI World Continuous auditing conference, 2006. v. 3.

SANDER, B. *Gestão da Educação na América Latina: construção e reconstrução do conhecimento*, Campinas: Autores Associados, 1995.

SIMON, Herbert A. *Administrative behavior: a study of decision-making processes in administrative organization*, 2. ed. New York: Free Press, 1957. 259 p.

STERN, Z. S., MEREZ, A, BARBOY, A., "Academic Departments Efficiency via DEA", *Computers Ops. Res.*, v. 21, n. 5, p. 543-556, 1994.

SU, Q., YAO, X., "Simulation and Optimization of the Hospital Registration Process Using MedModel". In: *International Conference on Service Operations and Logistics, and Informatics*, pp. 102-106, Shangai, China, 2006.

THOMPSON, J. D. *Dinâmica organizacional: fundamentos sociológicos da teoria administrativa*. Trad. de Gert Meyer; rev. técnica de Daisy Aparecida Clementino de Souza. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1976. 218 p. Tradução de *Organizations in action: social science bases of administrative theory*.

VERA, A., KURTZ, L., 2007, "Process based Organization Design and Hospital Efficiency", *Health Care Management Review*, v. 32, n. 1 (Jan-Mar), pp. 55-65.

WORTHINGTON, A. C. *An Empirical Survey Of Frontier Efficiency Measurement Techniques In Healthcare Services*. School of Economics and Finance, Queensland University of Technology, GPO. Working paper, 2001.

_____ ; DOLLERY, B. E., "Incorporating contextual information in public sector efficiency analysis: a comparative study of NSW Local Government", *Applied Economics*, v. 3, n. 4, pp. 453-464, 2002.

ZAKI, A.S., CHENG, H.K., PARKER, B.R., "A Simulation Model for the Analysis and Management of An Emergency Service System", *Socio-Econ.Plann. Sc.*, V.31, n.3, pp. 173-189, 1997.

APÊNDICE A

O BANCO DE DADOS DE VARIÁVEIS DE PRODUTOS E INSUMOS

Este apêndice está estruturado em apenas um capítulo, onde é apresentado o Banco de Dados de Produtos e Insumos Inicial empregado na construção do Banco de Dados de produtos e Insumos da pesquisa. Para melhor visualização e leitura, os dados foram organizados em cinco (05) Tabelas.

1.0 O Banco de Dados de Insumos e Produtos

O Banco de Dados de Insumos e Produtos utilizado foi coletado através da observação e registro do número de procedimentos cirúrgicos de vinte (20) especialidades que atuam no HUCFF, em suas vinte e uma (21) salas de cirurgia, no período compreendido entre o início de janeiro de 2005, até o final de agosto de 2006.

As informações disponíveis e discriminadas por especialidade cirúrgica, estão nas Tabelas 1 a 5, com os seguintes quantitativos:

- número de cirurgias programadas;
- número de cirurgias suspensas;
- número de cirurgias efetivamente realizadas; e
- número de cirurgias de emergência.

MÊS	CARDÍACA				GERAL				GINECOLOGIA				NEUROCIRURGIA			
	PROGR.	SUSP.	EFETIVA	EMERG	PROGR.	SUSP.	EFETIVA	EMERG	PROGR.	SUSP.	EFETIVA	EMERG	PROGR.	SUSP.	EFETIVA	EMERG
JAN	14	6	8	0	116	35	81	36	35	4	31	0	23	8	15	3
FEV	7	1	6	3	96	32	64	25	27	9	18	0	31	11	20	1
MAR	10	4	6	4	157	44	113	32	44	12	32	0	35	7	28	0
ABR	6	1	5	1	121	35	86	25	37	7	30	1	20	6	14	3
MAI	11	3	8	0	144	42	102	16	37	9	28	2	28	4	24	3
JUN	11	1	10	2	156	52	104	33	56	12	44	1	42	18	24	9
JUL	13	4	9	0	191	68	123	33	37	9	28	3	28	10	18	7
AGO	13	5	8	4	183	51	132	25	44	7	37	1	41	11	30	3
SET	8	2	6	2	141	48	93	26	39	5	34	0	35	12	23	2
OUT	15	6	9	1	133	37	96	38	43	10	33	0	26	8	18	1
NOV	14	6	8	1	160	59	91	35	28	5	23	0	30	10	20	2
DEZ	12	3	9	1	173	47	126	33	35	3	32	2	35	11	24	7
JAN	12	2	10	0	116	46	70	21	45	2	43	0	31	7	24	3
FEV	13	2	11	1	125	41	84	32	32	4	28	0	34	11	23	5
MAR	13	5	8	0	139	41	98	37	39	5	34	0	47	17	30	6
ABR	11	5	6	1	79	24	55	43	25	4	21	1	23	8	15	3
MAI	15	5	10	0	129	43	86	31	42	10	32	0	43	10	33	4
JUN	12	7	5	4	101	23	78	33	28	3	25	0	20	7	13	9
JUL	11	3	8	2	147	55	92	36	39	9	30	0	26	9	17	6
AGO	11	2	9	2	148	45	103	32	39	8	31	1	30	12	18	4
TOTAL	232	73	159	29	2755	868	1877	622	751	137	614	12	628	197	431	81

Tabela 1 – Dados Referentes ao Número de Cirurgias Programadas, Efetivas, de Emergência , coletados no Centro Cirúrgico do HUCFF, para o Período compreendido entre JAN/2005 a AGO /2006 - parte 1

MÊS	OFTALMO				ORAL				OTORRINOLARINGOLOGIA				ORTOPEDIA			
	PROGR.	SUSP.	EFETIVA	EMERG	PROGR.	SUSP.	EFETIVA	EMERG	PROGR.	SUSP.	EFETIVA	EMERG	PROGR.	SUSP.	EFETIVA	EMERG
JAN	176	55	121	2	27	8	19	1	43	9	34	2	76	22	54	1
FEV	158	37	121	3	32	7	25	1	34	12	22	2	80	31	49	5
MAR	263	72	191	5	39	12	27	3	51	11	40	1	122	45	77	3
ABR	145	43	102	1	45	4	41	0	40	7	33	0	112	42	70	4
MAI	0	0	0	2	39	13	26	0	55	19	36	1	11	44	67	7
JUN	0	0	0	1	42	7	35	0	66	15	51	2	152	58	94	4
JUL	133	27	106	2	31	7	24	1	117	45	72	1	103	43	60	4
AGO	231	97	134	6	53	7	46	1	97	27	70	5	134	51	83	4
SET	184	55	129	5	56	11	45	0	49	15	34	0	125	41	84	2
OUT	213	64	149	3	30	12	18	0	44	9	35	0	100	34	66	3
NOV	196	58	138	7	46	18	28	5	46	11	35	3	106	41	65	7
DEZ	54	31	23	3	28	7	21	0	42	12	30	2	113	30	83	4
JAN	0	0	0	0	22	6	16	0	47	16	31	0	94	29	65	6
FEV	0	0	0	0	36	13	23	1	36	8	28	0	95	49	46	5
MAR	0	0	0	0	46	21	25	1	50	9	41	1	113	38	75	8
ABR	0	0	0	0	12	3	9	0	25	7	18	1	62	23	39	5
MAI	14	5	9	1	45	16	29	1	51	4	47	3	113	28	85	5
JUN	17	7	10	1	30	8	22	1	64	14	50	2	92	34	58	2
JUL	36	5	31	0	39	12	27	0	71	13	58	1	97	36	61	3
AGO	65	16	49	4	40	8	32	0	53	8	45	1	115	36	79	1
TOTAL	1885	572	1313	46	738	200	538	16	1081	271	810	28	2015	755	1360	83

Tabela 2 – Dados Referentes ao Número de Cirurgias Programadas, Efetivas, de Emergência, coletados no Centro Cirúrgico do HUCFF, para o Período compreendido entre JAN/2005 a AGO /2006 - parte 2

MÊS	PEDIATRIA				PLÁSTICA				PROCTOLOGIA				TORÁXICA			
	PROGR.	SUSP.	EFETIVA	EMERG	PROGR.	SUSP.	EFETIVA	EMERG	PROGR.	SUSP.	EFETIVA	EMERG	PROGR.	SUSP.	EFETIVA	EMERG
JAN	11	1	10	0	83	11	72	1	22	5	17	1	20	5	15	3
FEV	4	0	4	4	73	5	68	1	21	3	18	3	17	3	14	3
MAR	19	3	16	0	72	12	60	0	36	11	25	4	31	14	17	3
ABR	17	3	14	0	77	18	62	0	21	1	20	5	29	9	20	8
MAI	23	8	15	2	71	5	66	0	17	4	13	0	36	11	25	3
JUN	15	4	11	2	81	12	69	1	24	3	21	6	36	11	25	6
JUL	17	5	12	3	75	13	62	2	22	4	18	3	31	13	18	2
AGO	24	2	22	0	77	7	70	0	29	6	23	3	36	10	26	1
SET	16	4	12	1	81	11	70	0	24	4	20	2	32	9	23	2
OUT	11	1	10	2	72	15	57	0	18	1	17	0	20	11	9	2
NOV	12	2	10	0	57	6	51	3	21	3	18	4	24	9	15	2
DEZ	9	0	9	0	65	6	59	0	17	2	15	3	40	9	31	1
JAN	16	2	14	0	72	11	61	2	13	2	11	0	28	9	19	6
FEV	11	1	10	2	60	16	44	5	32	13	19	0	21	11	10	0
MAR	16	1	15	0	87	19	68	0	24	6	18	2	30	13	17	2
ABR	11	2	9	1	30	5	25	1	13	5	8	2	20	7	13	1
MAI	16	3	13	2	63	8	55	1	17	4	13	0	33	14	19	2
JUN	15	3	12	0	71	16	55	1	19	3	16	0	31	9	22	0
JUL	20	2	18	0	73	7	66	0	21	3	18	1	34	14	20	3
AGO	18	1	17	0	58	4	54	2	30	9	21	2	47	25	22	0
TOTAL	301	48	253	19	1398	207	1194	20	441	92	349	41	596	216	380	50

Tabela 3 – Dados Referentes ao Número de Cirurgias Programadas, Efetivas, de Emergência, coletados no Centro Cirúrgico do HUCFF, para o Período compreendido entre JAN/2005 a AGO /2006 - parte 3

MÊS	UROLOGIA				VASCULAR				HEMODINÂMICA (C.C.)				TRANSPLANTE DE CÓRNEA			
	PROGR.	SUSP.	EFETIVA	EMERG	PROGR.	SUSP.	EFETIVA	EMERG	PROGR.	SUSP.	EFETIVA	EMERG	PROGR.	SUSP.	EFETIVA	EMERG
JAN	36	6	30	1	43	10	33	5	10	2	8	10	0	0	0	0
FEV	39	3	36	4	26	5	21	2	16	7	9	8	0	0	0	0
MAR	41	7	34	1	45	18	27	2	36	8	28	4	0	0	0	1
ABR	46	5	41	3	37	12	25	3	18	6	12	2	0	0	0	0
MAI	35	5	30	2	39	12	27	9	13	3	13	2	0	0	0	0
JUN	51	6	45	2	42	12	30	3	15	5	10	0	0	0	0	0
JUL	51	5	46	1	40	10	30	4	16	2	14	0	0	0	0	0
AGO	48	5	43	7	53	11	42	2	16	3	13	0	0	0	0	0
SET	54	7	47	2	49	17	32	2	19	4	15	1	0	0	0	0
OUT	41	2	39	4	51	21	30	3	11	2	9	3	1	0	1	2
NOV	45	8	37	2	42	16	26	6	10	2	8	3	0	0	0	0
DEZ	53	7	46	1	24	5	19	2	0	0	0	0	0	0	0	0
JAN	40	7	33	0	47	16	31	3	0	0	0	0	0	0	0	0
FEV	49	13	36	2	31	7	24	1	0	0	0	0	0	0	0	0
MAR	46	10	36	5	43	10	33	4	0	0	0	0	0	0	0	0
ABR	27	4	23	4	31	9	22	3	0	0	0	0	0	0	0	0
MAI	49	4	45	5	35	4	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0
JUN	42	6	36	7	38	6	32	2	0	0	0	0	0	0	0	0
JUL	59	7	52	5	43	12	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AGO	55	7	48	3	45	13	32	1	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	907	124	783	61	804	226	578	57	180	44	139	33	1	0	1	3

Tabela 4 – Dados Referentes ao Número de Cirurgias Programadas, Efetivas, de Emergência, coletados no Centro Cirúrgico do HUCFF, para o Período compreendido entre JAN/2005 a AGO /2006 - parte 4

MÊS	TRANSPLANTE HEPÁTICO				TRANSPLANTE MEDULA				TRANSPLANTE RENAL				TRANSPLANTE PÂNCREAS/ PULMÃO			
	PROGR.	SUSP.	EFETIVA	EMERG	PROGR.	SUSP.	EFETIVA	EMERG	PROGR.	SUSP.	EFETIVA	EMERG	PROGR.	SUSP.	EFETIVA	EMERG
JAN	0	0	0	8	1	0	1	0	2	0	2	5	0	0	0	0
FEV	0	0	0	2	0	0	0	0	3	0	3	7	0	0	0	0
MAR	0	0	0	3	1	0	1	0	5	0	5	4	0	0	0	2
ABR	2	0	2	3	1	0	1	0	3	0	3	4	0	0	0	0
MAI	0	0	0	4	1	0	1	0	3	1	2	5	0	0	0	0
JUN	0	0	0	1	0	0	0	0	4	0	4	4	0	0	0	0
JUL	0	0	0	1	1	0	1	0	4	1	3	2	0	0	0	0
AGO	0	0	0	3	1	0	1	0	4	0	4	4	0	0	0	1
SET	0	0	0	1	0	0	0	0	4	1	3	5	0	0	0	1
OUT	0	0	0	10	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	1
NOV	0	0	0	4	0	0	0	0	5	1	4	5	0	0	0	0
DEZ	0	0	0	4	0	0	0	0	3	0	3	2	0	0	0	0
JAN	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3	5	0	0	0	0
FEV	0	0	0	1	0	0	0	0	4	1	3	3	0	0	0	0
MAR	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0
ABR	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	3	3	0	0	0	0
MAI	0	0	0	2	0	0	0	0	4	0	4	3	0	0	0	1
JUN	0	0	0	1	0	0	0	0	4	1	3	0	0	0	0	0
JUL	0	0	0	4	0	0	0	0	1	0	1	8	0	0	0	0
AGO	0	0	0	5	0	0	0	0	4	0	4	7	0	0	0	1
TOTAL	2	0	2	58	6	0	6	0	68	7	61	76	0	0	0	7

Tabela 5 – Dados Referentes ao Número de Cirurgias Programadas, Efetivas, de Emergência, coletados no Centro Cirúrgico do HUCFF, para o Período compreendido entre JAN/2005 a AGO /2006 - parte 5

APÊNDICE B

ANÁLISE ESTATÍSTICA DO BANCO DE DADOS

Este apêndice está estruturado em três capítulos. O primeiro coloca o leitor a parte das categorias em que foram divididas as variáveis, e a sua organização; o segundo apresenta a análise estatística descritiva univariada realizada a partir das estatísticas básicas para as variáveis que são discriminadas por especialidade cirúrgica; o terceiro trata da análise estatística descritiva bivariada realizada a partir das correlações entre duas variáveis.

1.1 Análise Univariada de Insumos e Produtos

As variáveis consideradas para a análise univariada foram organizadas nas seguintes categorias:

a) Recursos Humanos:

1 - número de médicos da especialidade (MEDESP);

b) Financeiros:

2 – correspondem à média do montante dos salários pagos por mês aos médicos que compõem determinada especialidade cirúrgica no período considerado (SALMEDESP);

g) Relacionados ao tratamento:

3 - número de cirurgias programadas (CIRPROGRA);

4 – número de cirurgias efetivamente realizadas (CIREFETIVA);

5 – número de cirurgias de emergência (CIREMERG);

É importante lembrar que as variáveis relacionadas às suspensões, inicialmente consideradas nesta pesquisa, não associam valores com as especialidades cirúrgicas do HUCFF e, por isto, não serão analisadas neste apêndice.

As Figuras 1 a 5 apresentam os resultados dos cálculos realizados com os pacotes SPSS e *Statistic* para os dados referenciados no primeiro capítulo deste Apêndice, no período compreendido entre JAN/2005 a AGO/2006. Estas Figuras transcrevem as estatísticas básicas (media, desvio padrão, mínimo, primeiro quartil, mediana, terceiro quartil, máximo), e localiza os *boxplots* e os histogramas das 5 variáveis inicialmente extraídas do Banco de Dados da Pesquisa.

A Tabela 1 apresenta a síntese dos *outliers* observados nestas análises.

2.0 ANÁLISE UNIVARIADA DAS VARIÁVEIS DE PRODUTOS E INSUMOS

2.1 MEDESP

A variável MEDESP representa o número médio de médicos que compõem a equipe cirúrgica de cada especialidade no período considerado para a pesquisa, ou seja, entre janeiro de 2005 a agosto de 2006, números estes fornecidos pelo próprio HUCFF. A média desta variável na amostra é de 8,5 médicos por equipe cirúrgica, e desvio-padrão 7,30. No Histograma MEDESP verifica-se que a distribuição desta variável é assimétrica positiva, com intervalos e *outliers*. No *boxplot* MEDESP, observa-se que o conjunto central tem alta variabilidade, pois 50% das especialidades cirúrgicas possuem entre 2,5 e 9,5 médicos, 25% entre 2 e 2,5, e 25% entre 9,5 e 30 médicos. A mediana da amostra corresponde a 8 médicos. Os *outliers* observados correspondem respectivamente a 24 médicos na especialidade Geral, e 30 médicos na especialidade Ortopedia.

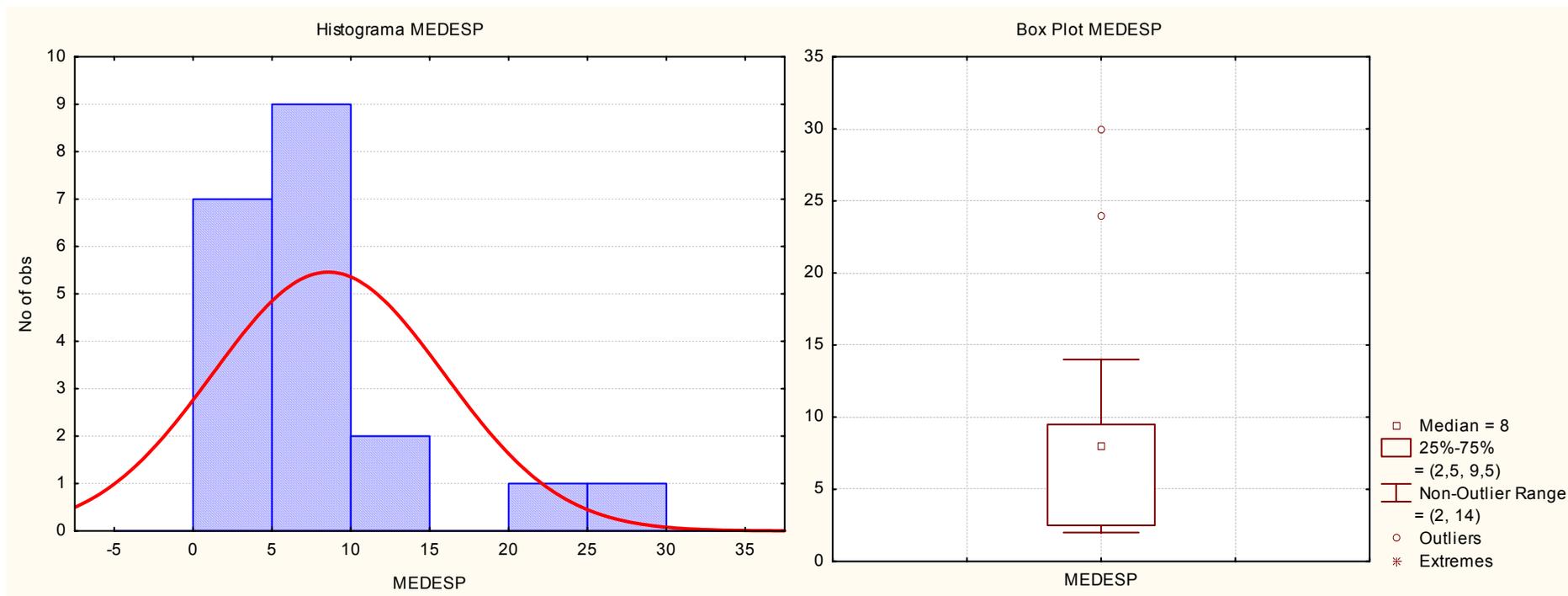


Figura 1 - Estatísticas Básicas da Variável MEDESP, obtida do Banco de dados Inicial, para o Período Compreendido entre JAN/2005 a AGO/2006

2.2 SALMEDESP

A variável SALMEDESP representa o montante da média mensal dos salários pagos para os médicos de cada especialidade no período considerado para a pesquisa, ou seja, entre janeiro de 2005 a agosto de 2006. A média desta variável na amostra é de R\$ 38.227,05 por especialidade cirúrgica, e desvio-padrão 32.870,63. No Histograma SALMEDESP verifica-se que a distribuição desta variável é assimétrica positiva, com intervalos e *outliers*. No *boxplot* SALMEDESP, observa-se que o conjunto central tem alta variabilidade, pois 50% das especialidades cirúrgicas possuem remuneração entre R\$ 11.243,25 e R\$ 42.724,35, 25% tem remuneração entre R\$ 8.994,60 a R\$ 11.243,25, e 25% entre R\$ 42.724,35 e R\$ 134.919,00. A mediana é de R\$ 35.978,40. Os *outliers* observados correspondem respectivamente à remuneração de R\$ 107.935,20 da especialidade Geral, e R\$ 134.919,00 da especialidade Ortopedia.

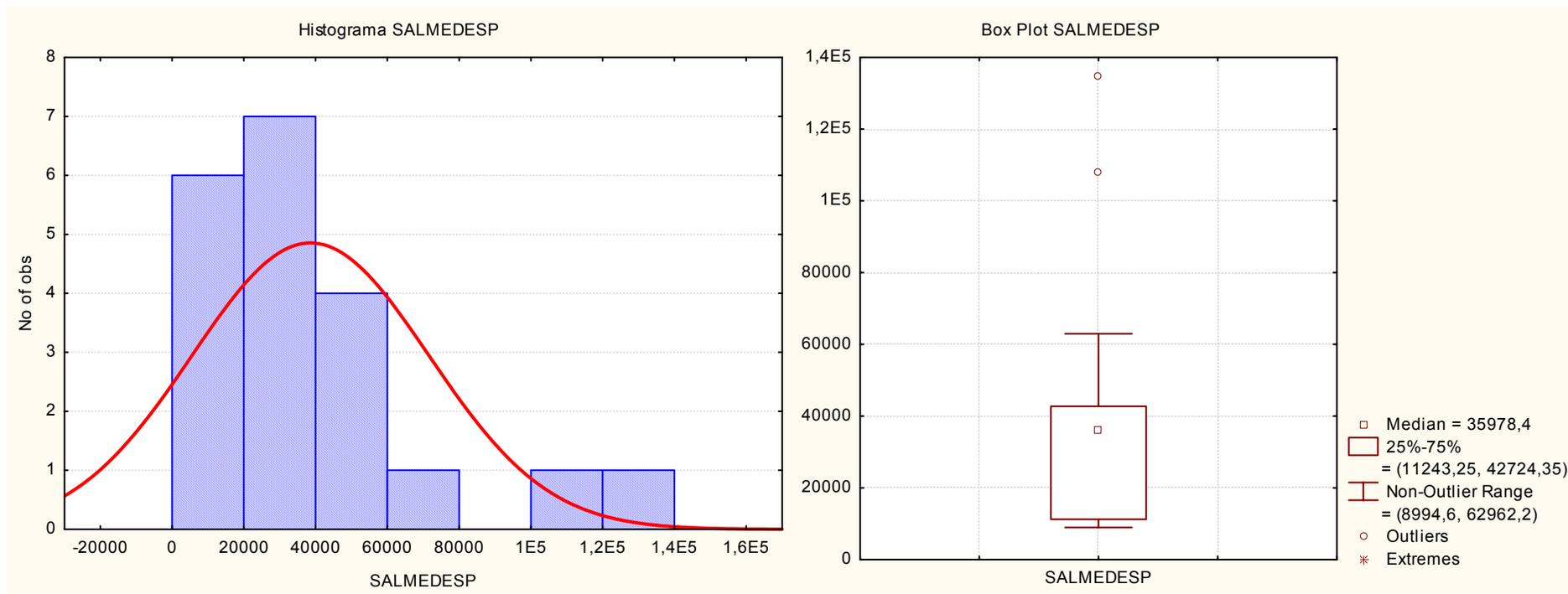


Figura 2 - Estatísticas Básicas da Variável SALMEDESP, obtida do Banco de dados Inicial, para o Período Compreendido entre JAN/2005 a AGO/2006

2.3 CIRPROGRA

A variável CIRPROGRA representa o número de cirurgias programadas para as diversas especialidades cirúrgicas no período entre janeiro de 2005 a agosto de 2006. A média desta variável na amostra é de 739,45 suspensões por equipe cirúrgica, e desvio-padrão 166,6. No Histograma CIRPROGRA verifica-se que a distribuição desta variável é assimétrica positiva, com *outliers*. No *boxplot* CIRPROGRA, observa-se que o conjunto central tem alta variabilidade, pois 50% das especialidades cirúrgicas possuem suspensões entre 124 e 994, 25% entre 0 e 124, 25% entre 994 e 2015. A mediana é 727,5. O *outlier* observado corresponde ao quantitativo de 2.755 cirurgias marcadas pela especialidade geral.

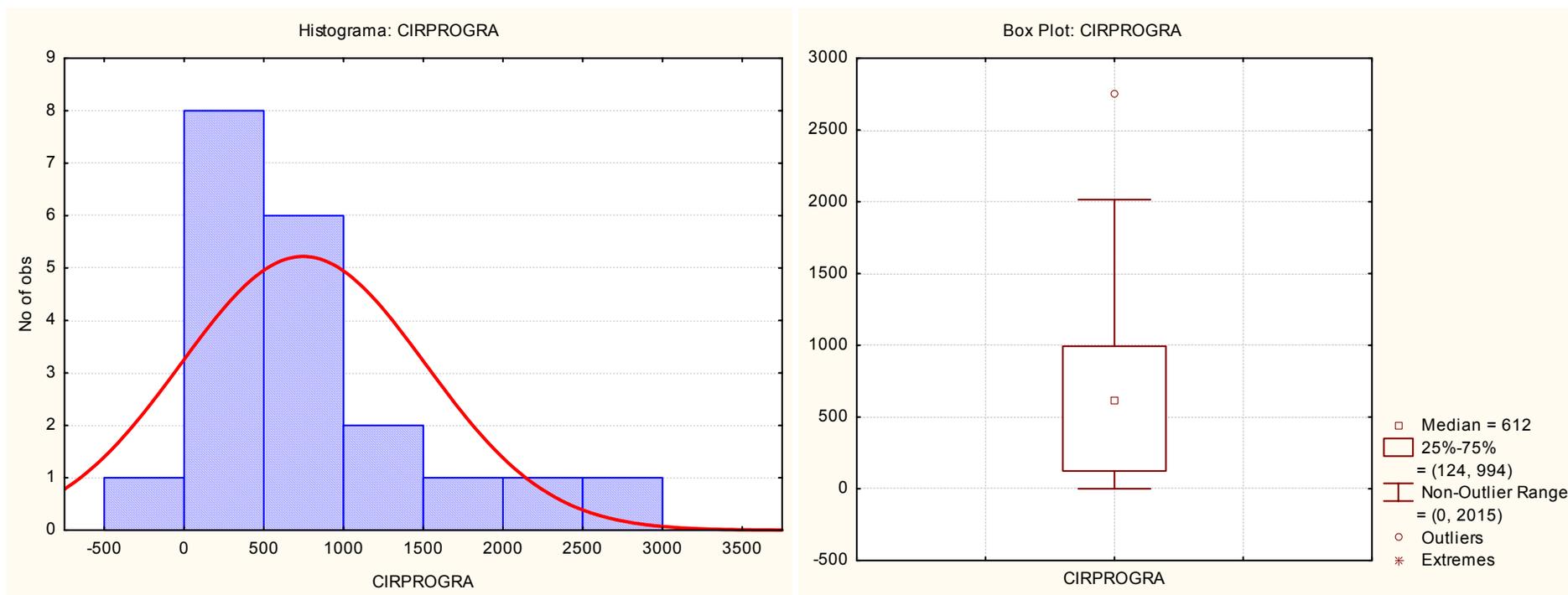


Figura 3 - Estatísticas Básicas da Variável CIRPROGRA, obtida do Banco de dados Inicial, para o Período Compreendido entre JAN/2005 a AGO/2006

2.4 CIREFETIVA

A variável CIREFETIVA representa o número de cirurgias efetivamente realizadas nas diversas especialidades cirúrgicas no período entre janeiro de 2005 a agosto de 2006. A média desta variável na amostra é de 542,4 suspensões por equipe cirúrgica, e desvio-padrão 116,6. No Histograma CIREFETIVA verifica-se que a distribuição desta variável é assimétrica positiva, com intervalos e *outliers*. No *boxplot* CIREFETIVA, observa-se que o conjunto central tem alta variabilidade, pois 50% das especialidades cirúrgicas possuem suspensões entre 100 e 796,5, 25% entre 0 e 100, e 25% entre 796,5 e 1360. A mediana é 540,5. O *outlier* observado corresponde ao quantitativo de 1.877 cirurgias efetivamente realizadas pela especialidade geral.

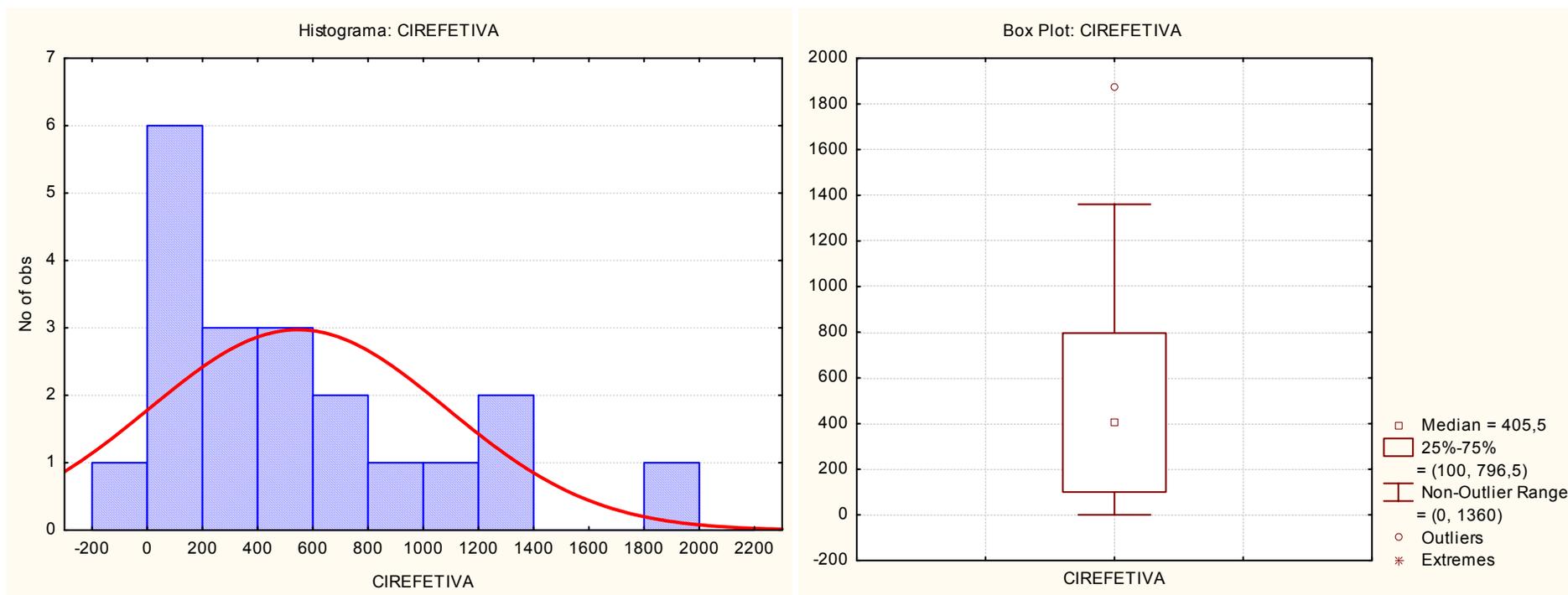


Figura 4 - Estatísticas Básicas da Variável CIREFETIVA, obtida do Banco de dados Inicial, para o Período Compreendido entre JAN/2005 a AGO/2006

2.5 CIREMERG

A variável CIREMERG representa o número de cirurgias de emergência realizadas nas diversas especialidades cirúrgicas no período entre janeiro de 2005 a agosto de 2006. A média desta variável na amostra é de 67,1 suspensões por equipe cirúrgica, e desvio-padrão 9,47. No Histograma CIREMERG verifica-se que a distribuição desta variável é assimétrica positiva, com intervalos e *outliers*. No *boxplot* CIREMERG, observa-se que o conjunto central tem baixa variabilidade, pois 50% das especialidades cirúrgicas possuem suspensões entre 17,5 e 59,5, 25% entre 0 e 17,5, e 25% entre 59,5 e 83. A mediana é 68. O *outlier* observado corresponde ao quantitativo de 622 cirurgias de emergência realizadas pela especialidade geral.

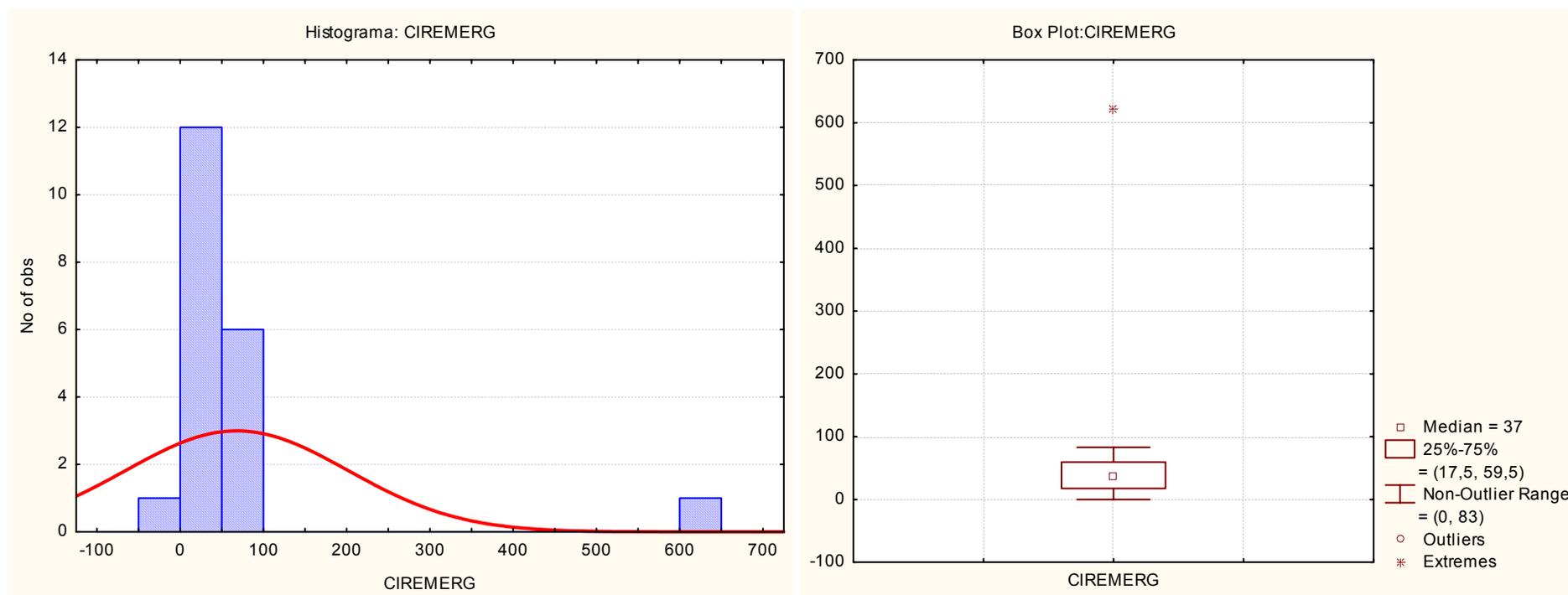


Figura 5 - Estatísticas Básicas da Variável CIREMERG, obtida do Banco de dados Inicial, para o Período Compreendido entre JAN/2005 a AGO/2006

2.7 Tabela Síntese dos Outliers Identificados

OUTLIERS		
VARIÁVEIS	GERAL	ORTOP
MEDESP	24	30
SALMEDESP	107935,20	134919
CIRPROGRA	2.755	
CIREFETIVA	1.877	
CIREMERG	622	

Tabela 1 – Identificação dos *Outliers* das 5 Variáveis Seleccionadas do Banco de Dados Inicial, para o período compreendido entre JAN/2005 a AGO/2006

3.0 Análise Bivariada de Insumos e Produtos

A Tabela 2 lista e localiza os diagramas de dispersão e regressões lineares associadas as variáveis de produtos e insumos relativas às 5 variáveis inicialmente disponíveis e associadas às especialidades cirúrgicas, e ainda as correlações de Pearson entre os pares dessas variáveis.

Item	Variável	Página
3.1	Diagramas de dispersão e regressões lineares das componentes da variável agregada CIRPROGRA	Pag. 135
3.2	Diagramas de dispersão e regressões lineares das componentes da variável agregada CIREFETIVA	Pag. 136
3.3	Diagramas de dispersão e regressões lineares das componentes da variável agregada CIREMERG	Pag. 137
3.4	Diagramas de dispersão e regressões lineares ente as variáveis de Tratamento	Pag. 138
3.5	Correlação de Pearson entre as variáveis de Tratamento	Pag. 139
3.6	Correlação de Pearson entre as componentes da variável agregada CIRPROGRA	Pag. 140
3.7	Correlação de Pearson entre as componentes da variável agregada CIREFETIVA	Pag. 141
3.8	Correlação de Pearson entre as componentes da variável agregada CIREMERG	Pag. 142

Tabela 2 – Localização das Análises Bivariadas

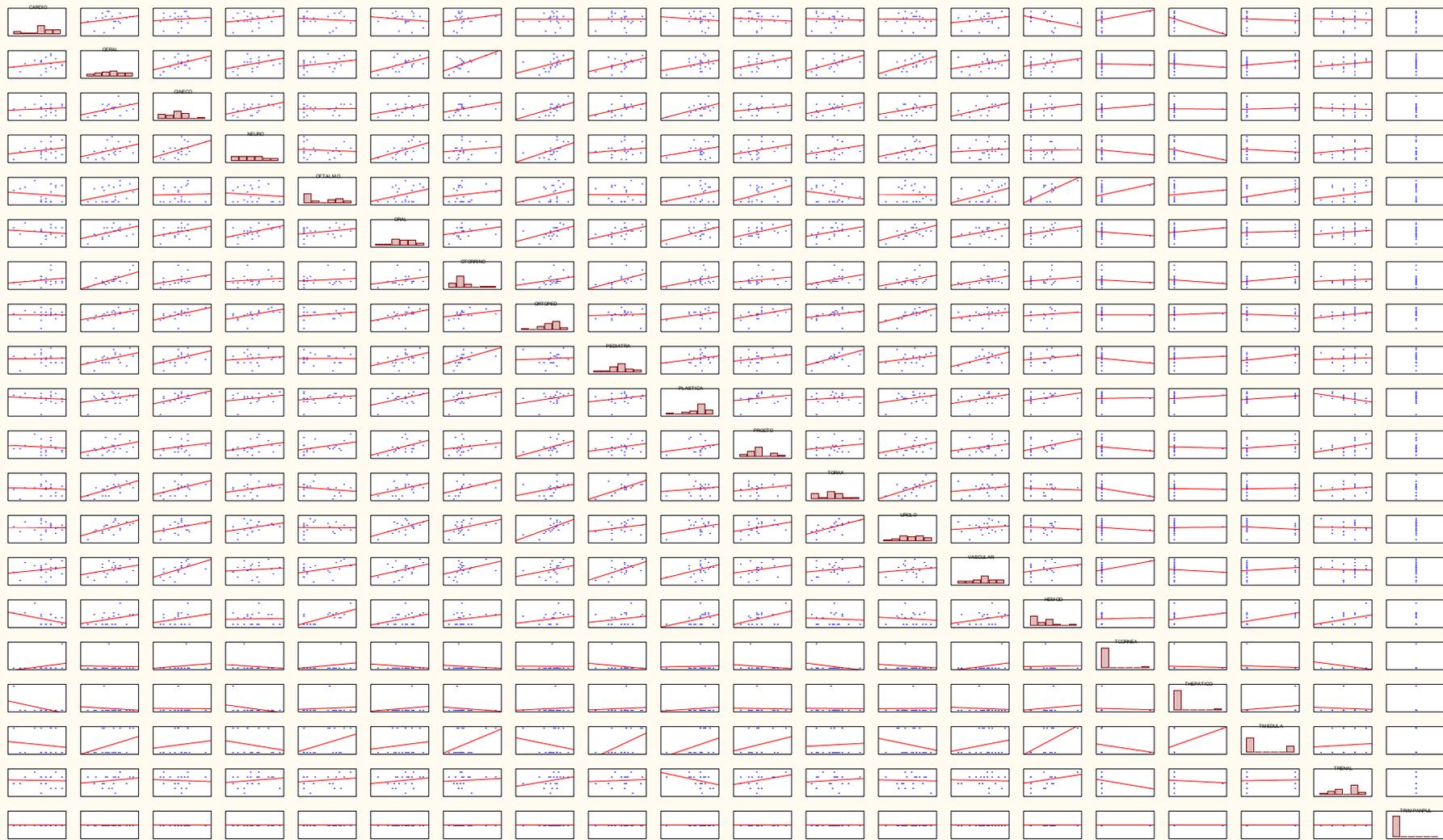


Figura 6 - Diagramas de Dispersão e Regressões Lineares das Componentes da Variável CIRPROGRA, obtidas do Banco de Dados Inicial, para o Período Compreendido entre JAN/2005 até AGO/2006

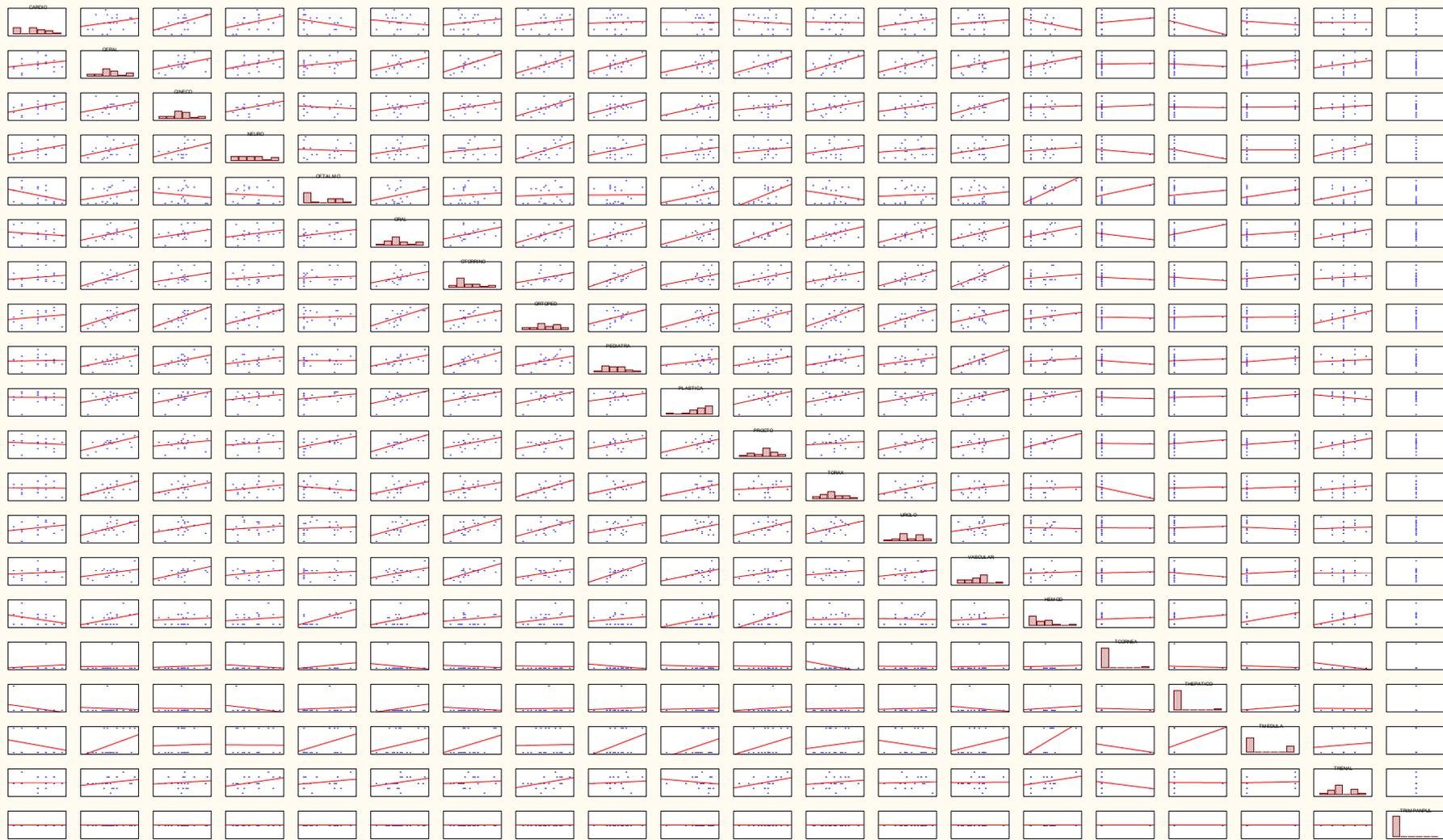


Figura 7 - Diagramas de Dispersão e Regressões Lineares das Componentes da Variável CIREFETIVA, obtidas do Banco de Dados Inicial, para o Período Compreendido entre JAN/2005 até AGO/2006

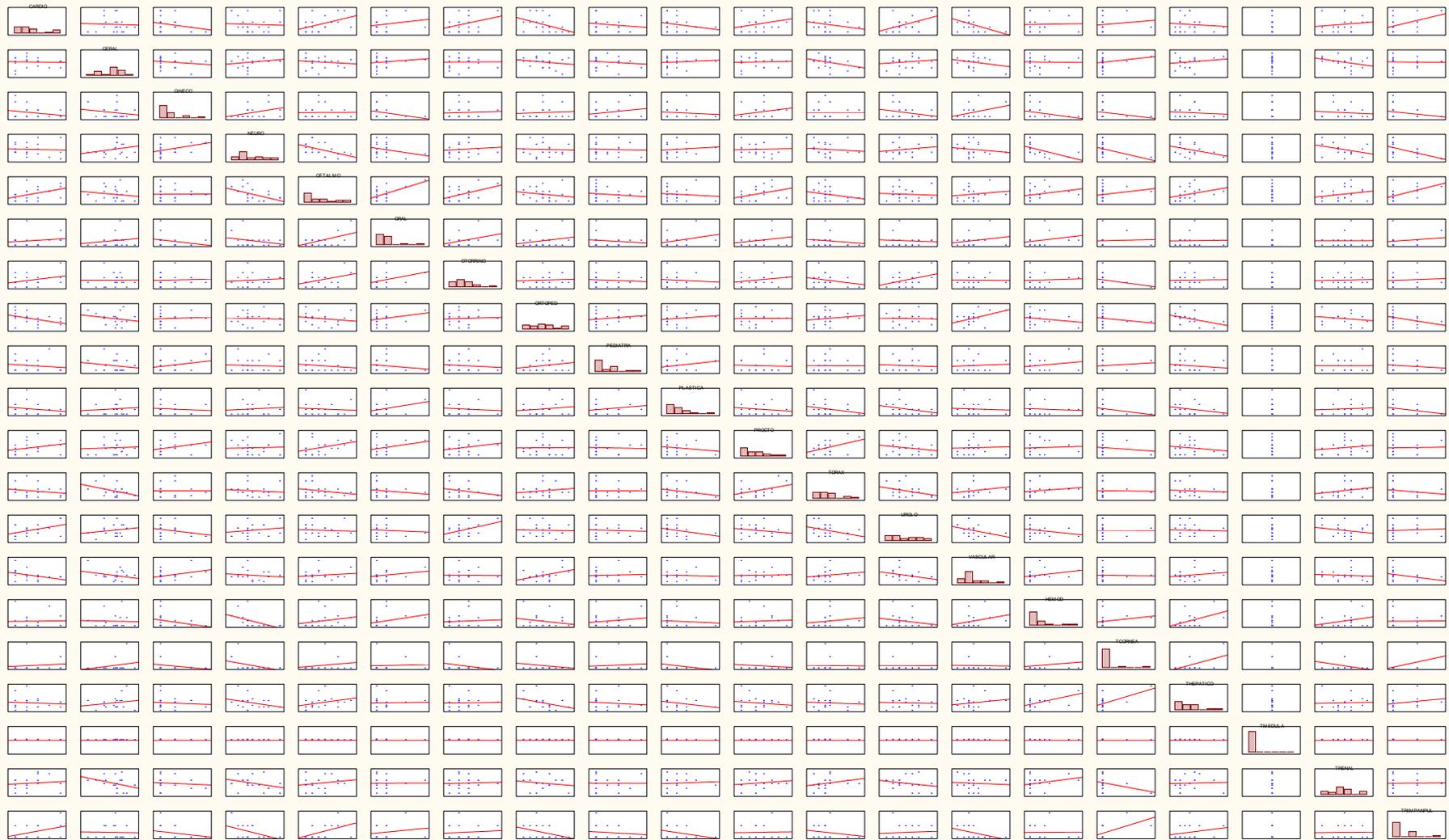


Figura 8- Diagramas de Dispersão e Regressões Lineares das Componentes da Variável CIREMERG obtidas do Banco de Dados Inicial, para o Período Compreendido entre JAN/2005 até AGO/2006

Matrix Plot - Variáveis de Tratamento

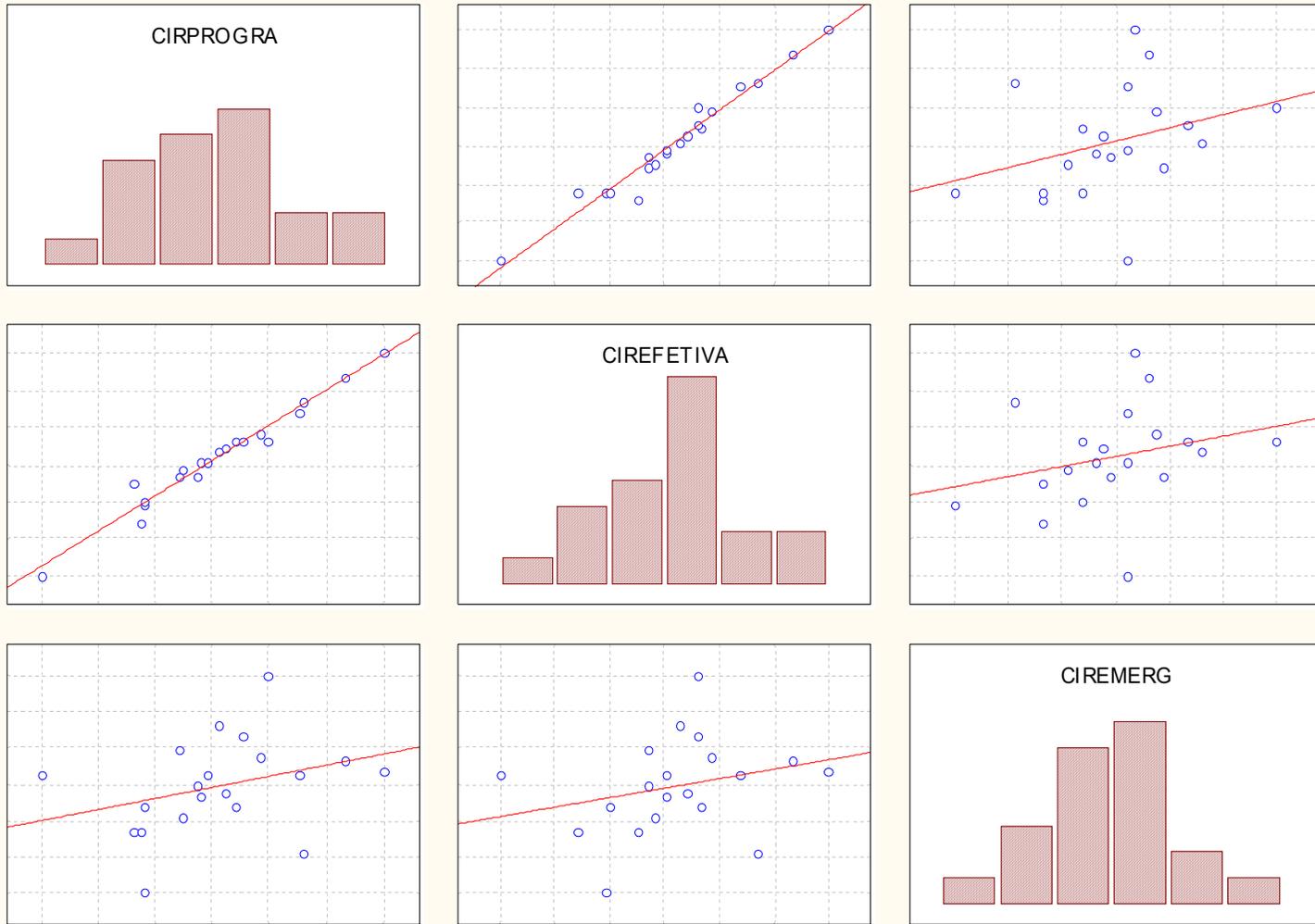


Figura 9 - Diagramas de Dispersão e Regressões Lineares entre as Variáveis de Tratamento

NEURO	-0,05	0,23	0,33	1,00															
OFTALMO	0,43	-0,14	0,01	-0,48	1,00														
ORAL	0,18	0,17	-0,27	-0,28	0,56	1,00													
OTORRINO	0,34	0,01	0,06	0,11	0,43	0,39	1,00												
ORTOPED	-0,42	-0,20	0,07	-0,04	-0,18	0,26	0,06	1,00											
PEDIATRA	-0,14	-0,15	0,22	-0,05	-0,13	-0,14	-0,09	0,18	1,00										
PLASTICA	-0,20	0,10	-0,09	0,11	-0,09	0,33	-0,10	0,15	0,20	1,00									
PROCTO	0,28	0,05	0,28	0,04	0,36	0,26	0,22	0,01	-0,05	-0,16	1,00								
TORAX	-0,21	-0,38	-0,00	-0,10	-0,23	-0,16	-0,26	0,16	-0,01	-0,25	0,42	1,00							
UROLO	0,44	0,17	-0,25	0,17	-0,06	-0,08	0,44	-0,03	-0,06	-0,28	-0,19	-0,34	1,00						
VASCULAR	-0,41	-0,26	0,34	-0,15	0,14	0,21	-0,02	0,44	0,06	-0,06	0,04	0,20	-0,34	1,00					
HEMOD	0,03	-0,03	-0,29	-0,53	0,25	0,28	0,07	-0,20	0,18	-0,09	0,06	0,17	-0,23	0,29	1,00				
TCORNEA	0,13	0,25	-0,22	-0,43	0,20	0,05	-0,27	-0,19	0,10	-0,25	-0,13	-0,03	-0,01	-0,03	0,19	1,00			
THEPatico	-0,09	0,18	-0,09	-0,34	0,32	0,03	0,03	-0,38	-0,12	-0,24	-0,16	-0,07	-0,04	0,18	0,50	0,60	1,00		
TRENAL	0,13	-0,35	-0,09	-0,32	0,21	0,00	0,05	-0,16	-0,00	0,07	0,16	0,24	-0,22	-0,07	0,28	-0,35	0,04	1,00	
TRIMPANPUL	0,44	-0,02	-0,22	-0,50	0,54	0,17	0,08	-0,37	-0,12	-0,28	0,03	-0,19	0,07	-0,34	0,01	0,54	0,23	0,02	1,00

Tabela 6 – Análise estatística Descritiva Bivariada Associada ao Centro Cirúrgico do HUCFF – Correlação de Pearson entre as Componentes da Variável Agregada CIREMERG

APÊNDICE C

PLANTA FÍSICA DO CENTRO CIRÚRGICO DO HUCFF

Este apêndice introduz a planta física adaptada do centro cirúrgico do HUCFF, na intenção de familiarizar e localizar o leitor nestas amplas instalações. É importante esclarecer que esta planta é considerada adaptada, uma vez que não mostra as instalações que não estão envolvidas com a Simulação.

A planta do centro cirúrgico foi inicialmente fornecida pelo próprio HUCFF e posteriormente adaptada e reeditada nos programas AUTOCAD e COREL DRAW. Esta planta veio a compor o *background* do cenário da Simulação; o seu grande interesse é convidar o leitor a realizar um passeio virtual em suas 21 salas de cirurgia, as quais, na planta original, possuíam os equipamentos ali descritos. Segundo a opinião dos próprios especialistas, a realidade é que, hoje, o centro cirúrgico do HUCFF enfrenta sérios problemas devido à falta de equipamentos e instalações mais apropriadas, em função dos altos custos envolvidos em sua manutenção que, nem sempre, constitui prioridades para os gestores.

As Figuras 1, 2 e 3 apresentam, em detalhes, o centro cirúrgico do HUCFF.

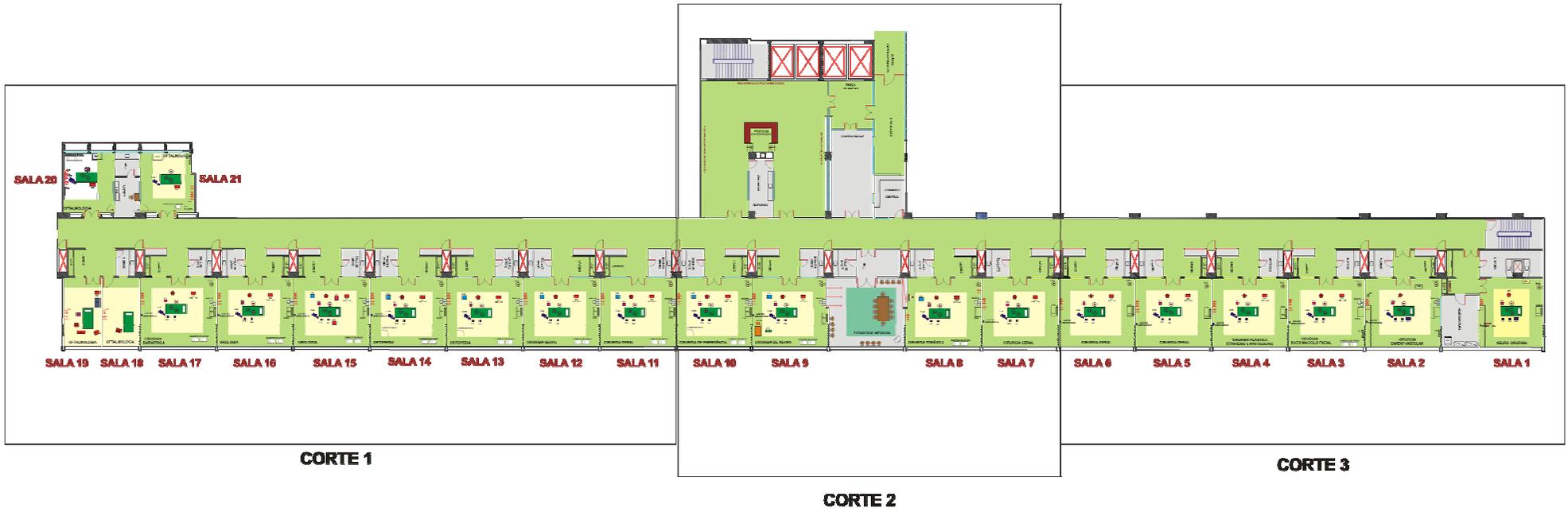


Figura 1 – Planta Física Adaptada do Centro Cirúrgico do HUCFF - Visão Geral

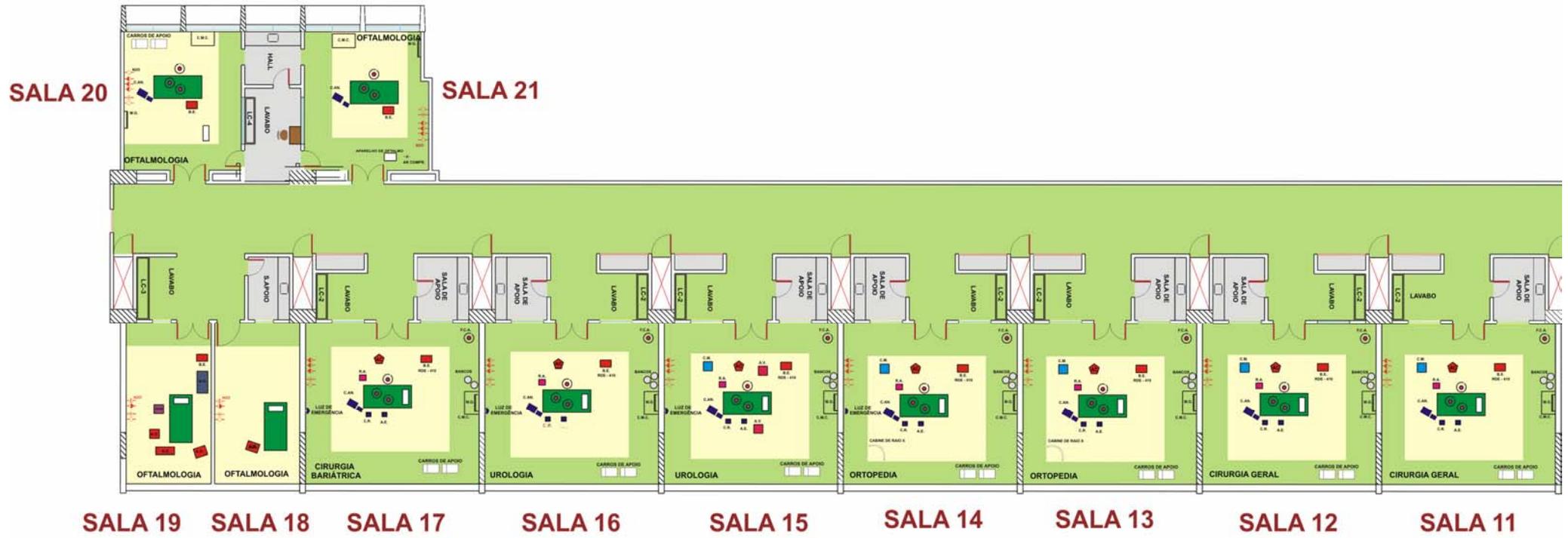


Figura 2 – Planta Física Adaptada do Centro Cirúrgico do HUCFF - Corte 1

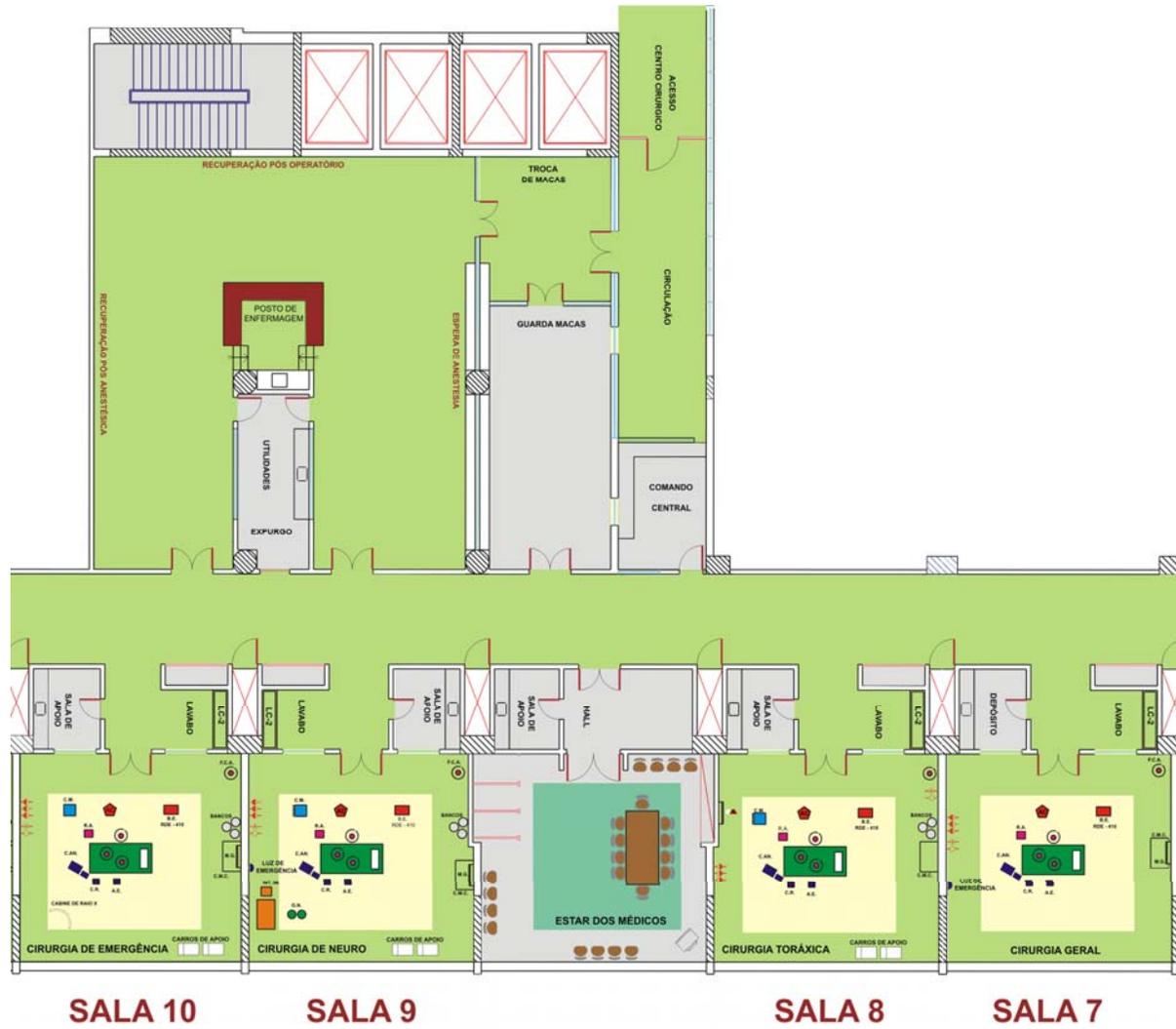


Figura 3 - Planta Física Adaptada do Centro Cirúrgico do HUCFF – Corte 2

APÊNDICE D

RESULTADOS DOS MODELOS DE DEA

Este Apêndice foi criado com o propósito de apresentar, em um só local, todas as aplicações de DEA, visando facilitar a leitura e compreensão de seus resultados, os quais são constantemente invocados no decorrer do Capítulo 6 desta Dissertação. Assim, está dividido em 4 capítulos, onde o capítulo 1 trata das considerações iniciais dos modelos de DEA e o programa utilizado nas avaliações que se seguirão; o capítulo 2 apresenta o Modelo Estático e as aplicações de DEA para a Configuração Atual; o capítulo 3 trata do Modelo Dinâmico e seus pressupostos, com as avaliações de DEA para Configuração Atual Otimizada; o capítulo 4 trata da Configuração Ideal e, finalmente, o capítulo 5 trata do Modelo SIMDEA proposto.

1.0 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Os modelos foram orientados a *output*, pois se deseja maximizar os produtos do centro cirúrgico sem que o nível de *input* se reduza. A orientação dos modelos (*output oriented*) é caracterizada, principalmente, pela natureza de *serviço público* do hospital sob análise. Os quantitativos de alguns de seus principais insumos não podem ser reduzidos, pelo menos no sistema tomado como um todo. Médicos e demais funcionários públicos são (razoavelmente) estáveis e instalações não podem ser vendidas. Aceitas tais hipóteses, a pressuposição de maximização de *outputs*, determinados os *inputs*, parece mais adequada. De qualquer modo, o modelo CCR é invariante no que se refere à orientação escolhida.

Para a avaliação e compilação dos resultados foi utilizado o programa IDEAL, desenvolvido pela COPPE/UFRJ em 2004, versão 1.2, e que opera sob a plataforma do MATLAB 6.5, pois oferece, de forma suplementar aos demais softwares de DEA existentes no mercado, uma interface gráfica em três dimensões do problema.

2.0 O MODELO ESTÁTICO

O Modelo Estático utiliza uma avaliação de DEA que incorpora os dados fornecidos diretamente pelo HUCFF para a avaliação de eficiências comparativas entre as diversas especialidades cirúrgicas que atuam em seu centro cirúrgico.

Para os modelos CRS, foram habilitadas as opções de Envelope (condição para visualização da fronteira Não Arquimediana), com orientação a *output*, e projeção Não Arquimediana. O mesmo modelo foi rodado com diferentes combinações de *inputs* e *outputs*, e posteriormente foi utilizado o modelo VRS (retornos variáveis de escala) para todas as DMUs, com as mesmas opções do IDEAL e, ao final, realizou-se uma rodada com a variável agregada CIREALIZADA para eventuais comparações com o Modelo Dinâmico; por fim seguem algumas conclusões preliminares destes resultados.

2.1 Avaliação do Modelo Estático – Configuração Atual do Centro Cirúrgico – Primeira Avaliação

Especificamente para o modelo estático, em todas as aplicações que seguirão, ouvida a opinião dos especialistas do HUCFF, inicialmente foram selecionadas as variáveis representadas nas Tabelas 1 e 2 para a sua composição.

MODELO ESTÁTICO				
INPUTS				
ESPECIALIDADE	MEESP	\$/H ATUAL (R\$/H)	TEMPMEDIO	COMPLEX
CARDIO	8	793,7	253	3
GERAL	24	318,49	134	2
GINECO	12	1.478,16	53,8	1
NEURO	9	594,1	149	2
OFTALMO	14	994,66	74,6	1
ORAL	8	979,54	75,1	1
OTORRINO	5	240,81	121	1
ORTOP	30	964,19	107	1
PEDIATR	6	1.236,09	79,7	2
PLAST	8	326,04	169	1
PROCTO	6	528,06	135	2
TORAX	9	900,06	205	3
UROLOG	10	404,51	134	1
VASCULAR	8	506,88	122	3
HEMOD	*2	163,99	105	1
TCORNEA	*2	999,4	105	3
THEPAT	*3	1.499,10	411,37	3
TMEDULA	*2	999,4	105	2
TRENAL	*2	185,46	242	3
TPANPUL	*2	999,4	470	3
TOTAL	170	15.112,04	3.250,57	-

Tabela 1 – Valores das Variáveis (*Inputs*) do Modelo Estático

Chamada (*): Número de Profissionais arbitrado a partir dos Resultados da Configuração Ideal da Simulação

MODELO ESTÁTICO			
OUTPUTS			
DMU	CIRPROGRA	CIREFETIVA	CIREMERG
CARDIO	232	159	29
GERAL	2755	1877	622
GINECO	751	614	12
NEURO	628	431	81
OFTALMO	1885	1313	46
ORAL	738	538	16
OTORRINO	1081	810	28
ORTOP	2015	1360	83
PEDIATR	301	253	19
PLAST	1398	1194	20
PROCTO	441	349	41
TORAX	596	380	50
UROLOG	907	783	61
VASCULAR	804	578	57
HEMOD	180	139	33
TCORNEA	1	1	3
THEPAT	2	2	58
TMEDULA	6	6	0
TRENAL	68	61	76
TPANPUL	0	0	7
TOTAL	14789	10848	1342

Tabela 2 – Valores das Variáveis (*Outputs*) do Modelo Estático

Verificou-se ainda a necessidade de realizar uma análise estatística de algumas variáveis, a fim de averiguar se alguma DMU apresentou qualquer distorção em relação às demais; desta forma utilizou-se os gráficos apresentados nas Figuras 2, 2 e 3 deste Apêndice para as variáveis \$/H ATUAL, TEMPMEDIO e COMPLEX. Para as variáveis CIRPROGRA, CIREFETIVA e CIREMERG, foram consultados os gráficos destas variáveis já apresentados no Apêndice “B” desta Dissertação.

\$/H ATUAL – MODELO ESTÁTICO

A variável \$/H ATUAL representa o resultado da simulação para o valor em R\$/H despendido nas diversas especialidades cirúrgicas. A média desta variável na amostra é de R\$ 755,60/H por especialidade cirúrgica, e desvio-padrão 412,68. No Histograma \$/H ATUAL verifica-se que a distribuição desta variável é assimétrica positiva, sem *outliers* ou valores extremos. No *boxplot* \$/H ATUAL, observa-se que o conjunto central tem alta variabilidade, pois 50% das especialidades cirúrgicas estão entre 365,28 e 999,40, 25% entre 163,99 e 365,28, e 25% entre 999,40 e 1499,10. A mediana é 846,88.

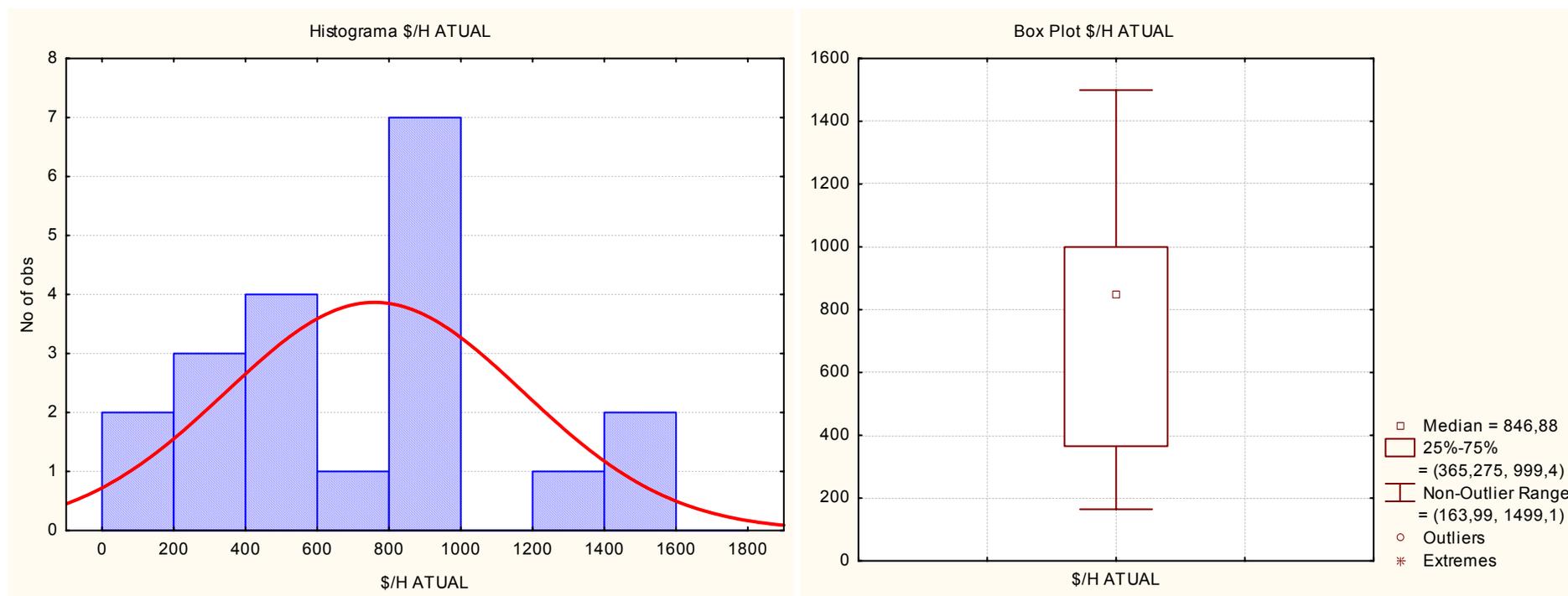


Figura 1 – Análise Estatística da Variável \$/H ATUAL – Modelo Estático – Primeira Avaliação

TEMPMEDIO – MODELO ESTÁTICO

A variável TEMPMEDIO representa o resultado da simulação para o tempo médio gasto nas diversas especialidades cirúrgicas. A média desta variável na amostra é de 162,53 minutos por especialidade cirúrgica, e desvio-padrão 109,02. No Histograma TEMPMEDIO verifica-se que a distribuição desta variável é assimétrica positiva, com intervalos, *outliers* e valores extremos. No *boxplot* TEMPMEDIO, observa-se que o conjunto central tem alta variabilidade, pois 50% das especialidades cirúrgicas possuem tempo médio entre 105 e 187, 25% entre 53,80 e 105, e 25% entre 187 e 470. A mediana é 128. O *outlier* observado corresponde ao quantitativo de 411,37 minutos observado na especialidade de Transplante Hepático; o valor extremo refere-se a Transplante de Pâncreas e Pulmão, correspondente a 470 minutos.

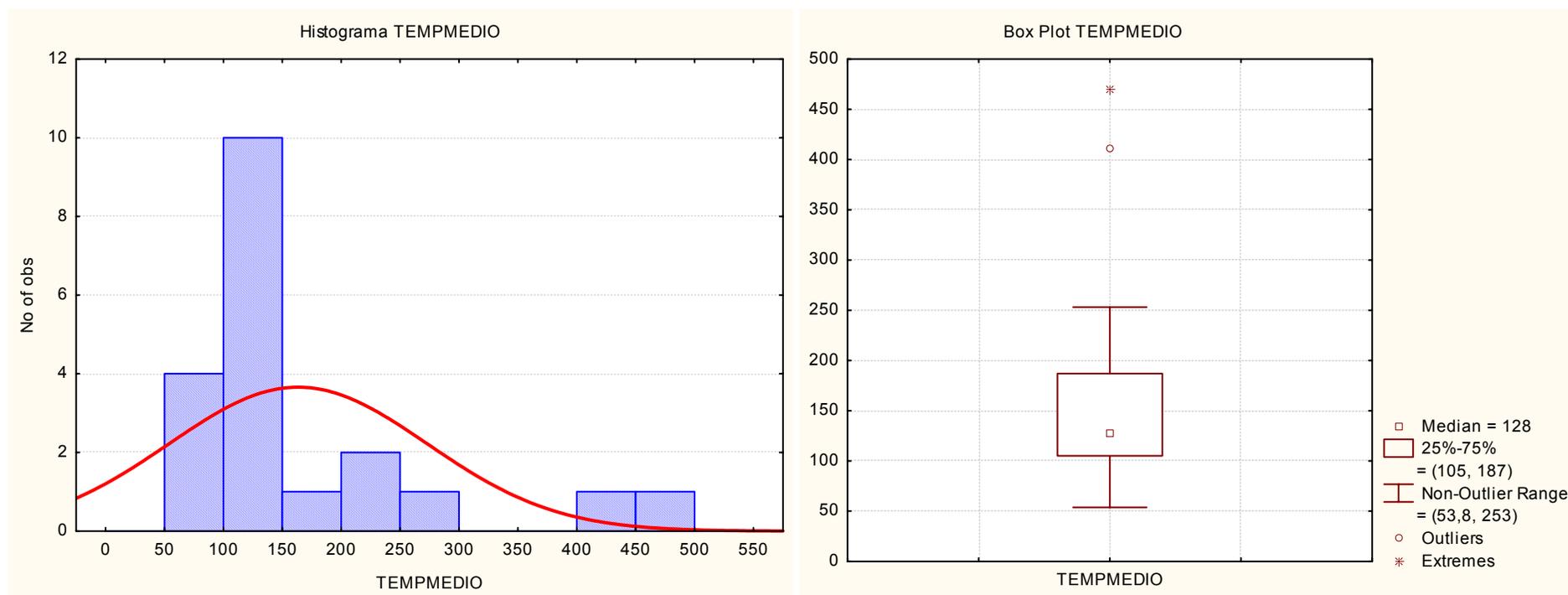


Figura 2 – Análise Estatística da Variável TEMPMEDIO – Modelo Estático – Primeira Avaliação

COMPLEX – MODELO ESTÁTICO

A variável COMPLEX representa a complexidade associada às cirurgias. A média desta variável na amostra é de 1,95 por especialidade cirúrgica, e desvio-padrão 0,89. No Histograma COMPLEX verifica-se que a distribuição desta variável é simétrica, sem *outliers* ou valores extremos. No *boxplot* COMPLEX, observa-se que o conjunto tem baixa variabilidade, pois 100% das especialidades cirúrgicas estão concentradas entre 1 e 3. A mediana é 2.

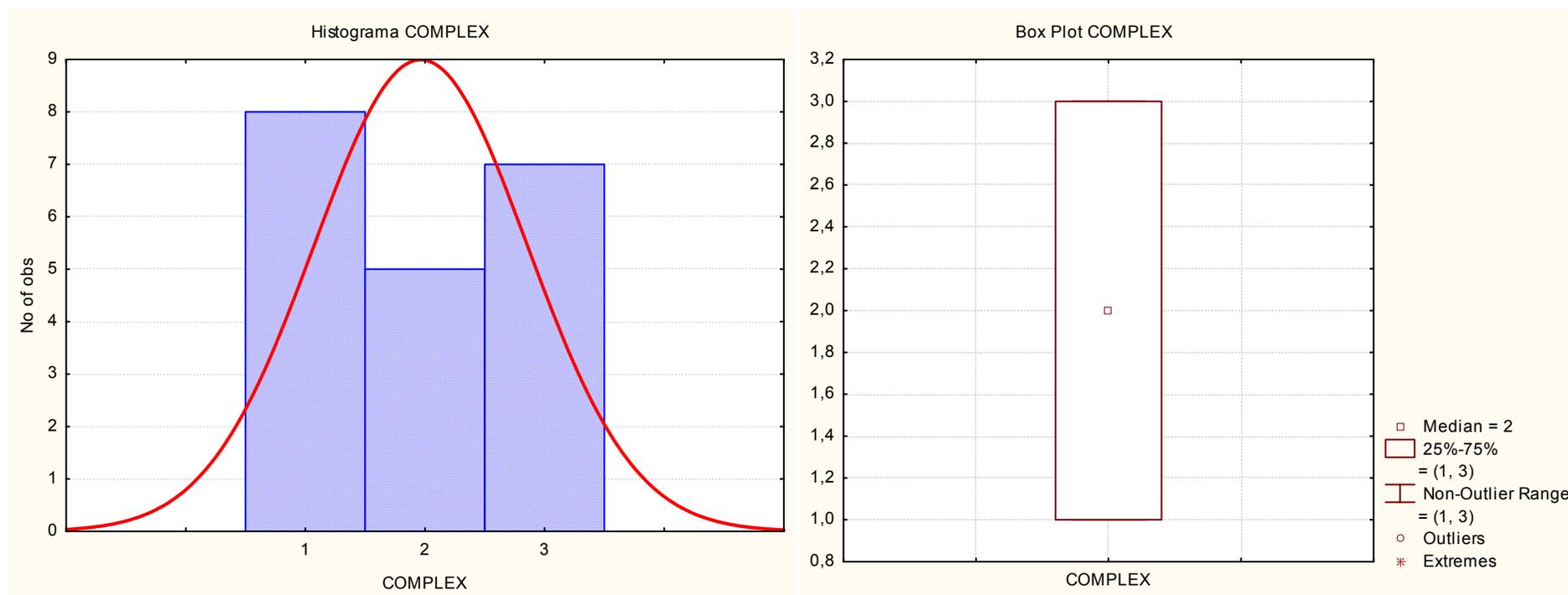


Figura 3 – Análise Estatística da Variável COMPLEX – Modelo Estático – Primeira Avaliação

De acordo com as Figuras 1, 2 e 3, as variáveis \$/H ATUAL e COMPLEX não apresentam qualquer tipo de distorção; a variável TEMPMEDIO recomenda a exclusão das DMUs THEPAT (*outlier*) e TPANPUL (valor extremo); já os gráficos constantes do Apêndice “B” para as variáveis CIRPROGRA, CIREFETIVA e CIREMERG recomendam a exclusão da DMU GERAL, a qual se apresentou como *outlier* em todas as análises estatísticas destas variáveis. Desta forma, para as variáveis constantes na Tabelas 1 e 2, decidiu-se excluir as DMUs GERAL, THEPAT e TPANPUL nas avaliações de DEA que se seguirão.

Para averiguar o comportamento das fronteiras de eficiência com o recurso da visualização em 3D (no máximo 3 variáveis), utilizando-se o modelo CRS (CRS_E_O_A), foram escolhidas as seguintes variáveis (das Tabelas 1 e 2) para a composição desta avaliação inicial:

inputs - SIGLAS

a) input financeiro:

1 - corresponde à variável que relaciona a média do montante dos salários pagos por mês aos profissionais de determinada especialidade cirúrgica, dividido pelo tempo de dedicação de centro cirúrgico para esta especialidade (\$/H ATUAL);

b) input de ordem operacional:

1 - tempo médio de realização de um procedimento cirúrgico, obtido através da distribuição de probabilidade ajustada associada à determinada especialidade cirúrgica (TEMPMEDIO);

outputs - SIGLAS

a) output relacionado ao tratamento:

1 - número de cirurgias efetivamente realizadas (CIREFETIVA).

As fronteiras de eficiência em 3D do problema inicial (Primeira Avaliação) podem ser visualizadas nas Figuras 4 e 5; seus resultados estão sintetizados na Tabela 3.

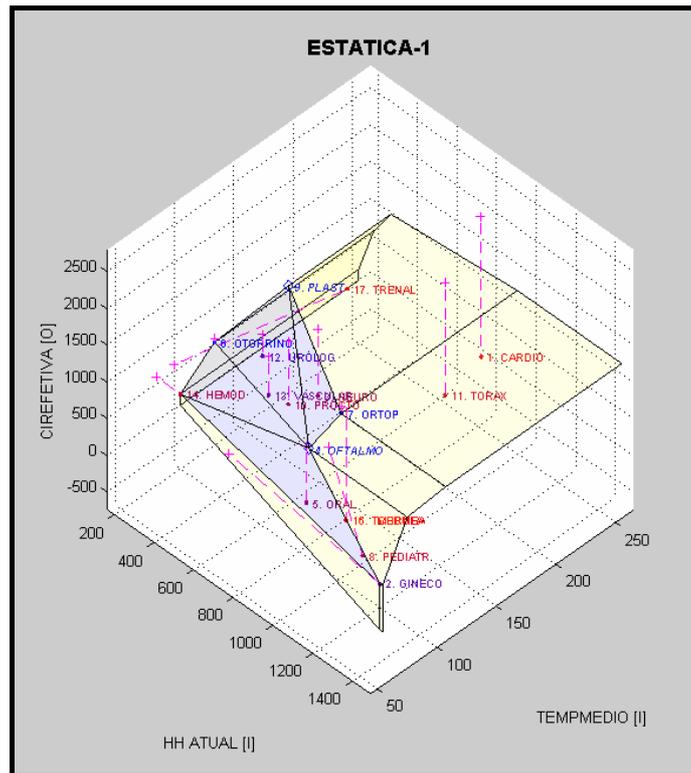


Figura 4 – Visualização da Fronteira de Eficiência do Modelo Estático - CRS_E_O_A – Primeira Avaliação

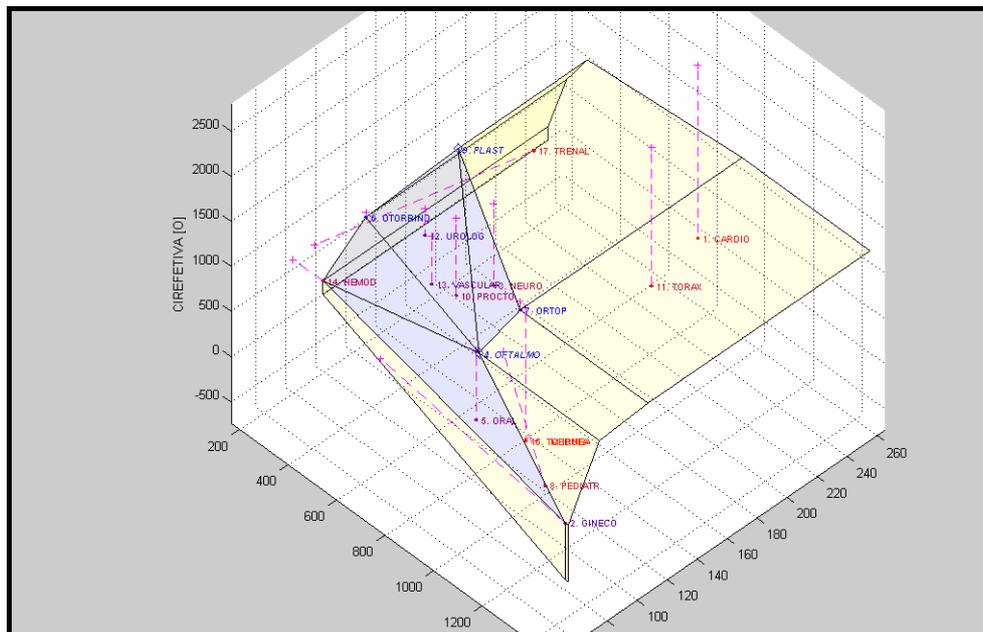


Figura 5 – Visualização da Fronteira (com Zoom) de Eficiência do Modelo Estático - CRS_E_O_A - Primeira Avaliação

ESTATICA-1	FO	P(\$/H ATUAL)	P(TEMPMEDIO)	P(CIREFETIVA)
CARDIO	0,076819	793,7	253	2069,796
GINECO	0,648426	717,3285	53,8	946,9088
NEURO	0,322608	594,1	149	1335,988
*OFTALMO	1	994,66	74,6	1313
ORAL	0,413314	979,54	75,1	1301,673
OTORRINO	0,940016	240,81	121	861,6873
ORTOP	0,934057	964,19	107	1456,013
PEDIATR	0,180358	1062,66	79,7	1402,763
*	1	326,04	169	1194
PROCTO	0,290587	528,06	135	1201,019
TORAX	0,198487	900,06	205	1914,481
UROLOG	0,72393	404,51	134	1081,596
VASCULAR	0,519422	506,88	122	1112,775
HEMOD	0,231454	163,99	85,00279	600,5523
TCORNEA	0,000677	999,4	105	1477,976
TMEDULA	0,00406	999,4	105	1477,976
TRENAL	0,089814	185,46	96,13158	679,1781

Tabela 3 – Resultados da Projeção de Eficiência Pareto-Eficiente do Modelo Estático - CRS_E_O_A - Primeira Avaliação Chamada (*): DMUs Consideradas Eficientes na Avaliação

2.2 Avaliação do Modelo Estático – Configuração Atual do Centro Cirúrgico – Segunda Avaliação

Nesta segunda avaliação utilizou-se o modelo VRS (VRS_E_O_N), com as seguintes variáveis:

inputs - SIGLAS

a) input financeiro:

1 - corresponde à variável que relaciona a média do montante dos salários pagos por mês aos profissionais de determinada especialidade cirúrgica, dividido pelo tempo de dedicação de centro cirúrgico para esta especialidade (\$/H ATUAL);

b) input de ordem operacional:

1 - tempo médio de realização de um procedimento cirúrgico, obtido através da distribuição de probabilidade ajustada associada á determinada especialidade cirúrgica (TEMPMEDIO);

outputs - SIGLAS

a) output relacionado ao tratamento:

1 - número de cirurgias efetivamente realizadas (CIREFETIVA).

As fronteiras de eficiência em 3D do problema podem ser visualizadas nas Figuras 6, 7 e 8; seus resultados estão sintetizados na Tabela 4.

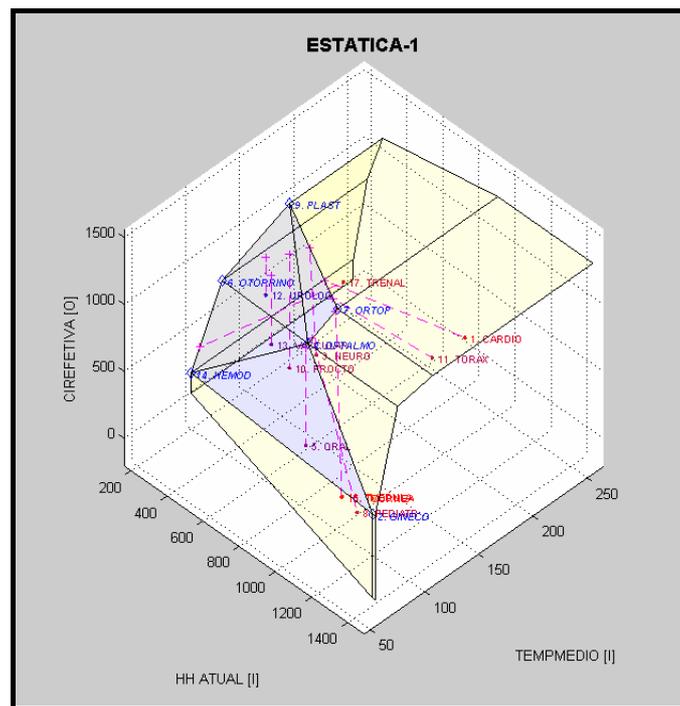


Figura 6 – Visualização da Fronteira de Eficiência do Modelo Estático - VRS_E_O_N – Segunda Avaliação

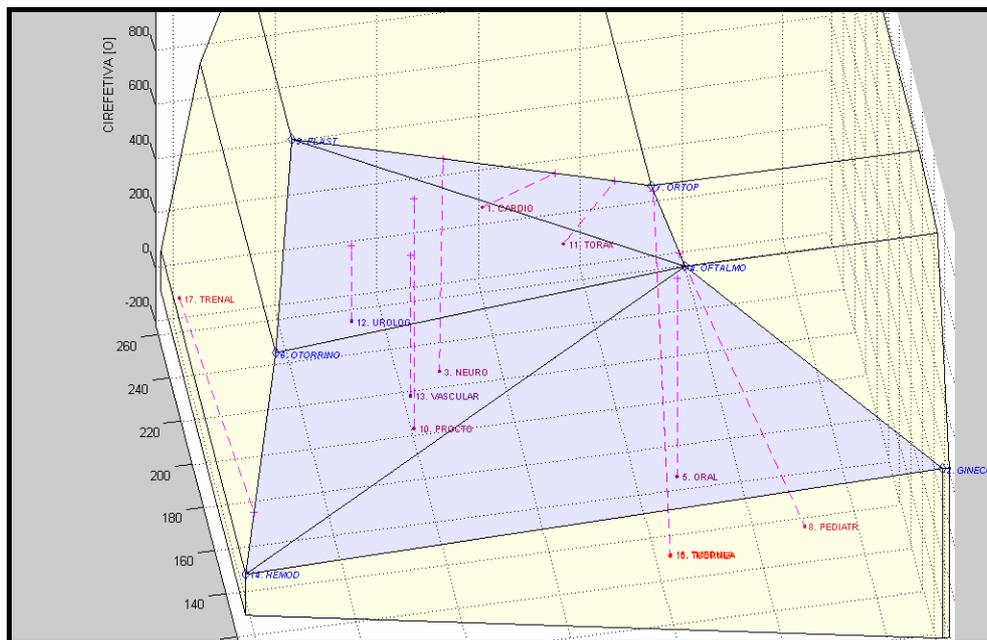


Figura 7 – Visualização da Fronteira (com Zoom) de Eficiência do Modelo Estático - VRS_E_O_N - Segunda Avaliação (Ângulo -1)

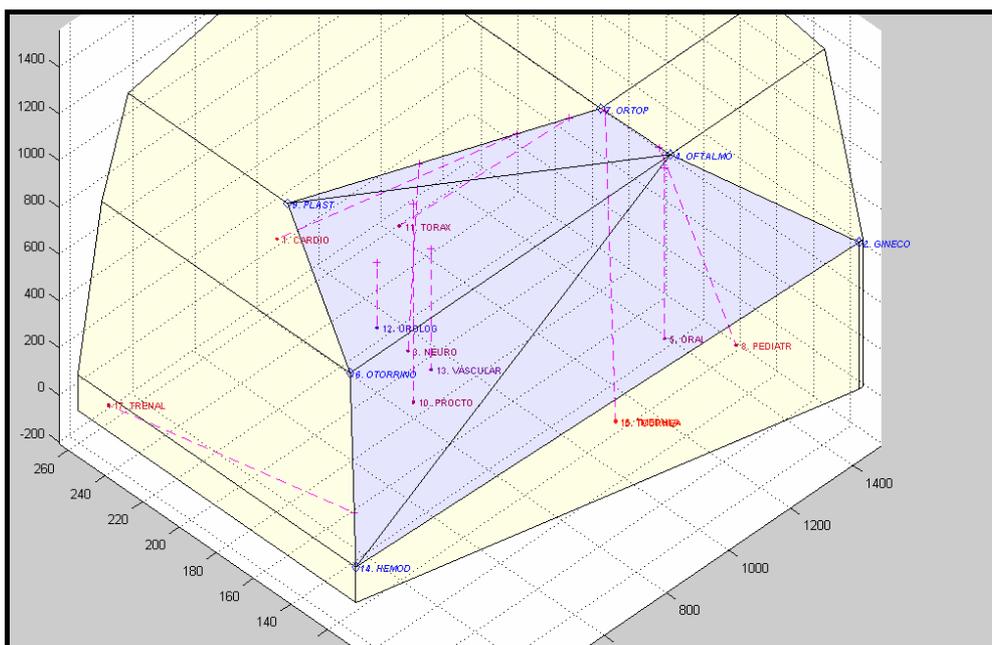


Figura 8 – Visualização da Fronteira (com Zoom) de Eficiência do Modelo Estático - VRS_E_O_N - Segunda Avaliação (Ângulo -2)

ESTATICA-1	FO	P(\$/H ATUAL)	P(TEMPMEDIO)	P(CIREFETIVA)
CARDIO	0,120853	793,7	123,5641	1315,651
*GINECO	1	1478,16	53,8	614
NEURO	0,341054	594,1	142,9564	1263,73
*OFTALMO	1	994,66	74,6	1313
ORAL	0,424329	979,54	75,1	1267,884
*OTORRINO	1	240,81	121	810
*ORTOP	1	964,19	107	1360
PEDIATR	0,191609	989,8638	79,7	1320,398
*PLAST	1	326,04	169	1194
PROCTO	0,291732	528,06	135	1196,302
TORAX	0,282882	900,06	113,2306	1343,318
UROLOG	0,737983	404,51	134	1061
VASCULAR	0,528195	506,88	122	1094,292
*HEMOD	1	163,99	105	139
TCORNEA	0,000737	966,0709	105	1357,099
TMEDULA	0,004421	966,0709	105	1357,099
TRENAL	0,18681	185,46	109,4718	326,5341

Tabela 4 – Resultados da Projeção de Eficiência Pareto-Eficiente do Modelo Estático - VRS_E_O_N - Segunda Avaliação

Chamada(*): DMUs Consideradas Eficientes na Avaliação

2.3 Avaliação do Modelo Estático – Configuração Atual do Centro Cirúrgico – Terceira Avaliação

Nesta terceira avaliação, em alteração às variáveis da Tabelas 1 e 2, foi criada a variável agregada CIREALIZADA, correspondente ao somatório dos valores da variável CIREFETIVA e CIREMERG, de acordo com a Tabela 5.

VARIÁVEIS - MODELO ESTÁTICO – QUINTA AVALIAÇÃO				
DMU	INPUTS			OUTPUT
	MEDESP	\$/H ATUAL (R\$/H)	TEMPMEDIO	CIREALIZADA
CARDIO	8	793,7	253	188
GERAL	24	318,49	134	2499
GINECO	12	1.478,16	53,8	626
NEURO	9	594,1	149	512
OFTALMO	14	994,66	74,6	1359
ORAL	8	979,54	75,1	554
OTORRINO	5	240,81	121	838
ORTOP	30	964,19	107	1443
PEDIATR	6	1.236,09	79,7	272
PLAST	8	326,04	169	1214
PROCTO	6	528,06	135	390
TORAX	9	900,06	205	430
UROLOG	10	404,51	134	844
VASCULAR	8	506,88	122	635
HEMOD	*2	163,99	105	172
TCORNEA	*2	999,4	105	4
THEPAT	*3	1.499,10	411,37	60
TMEDULA	*2	999,4	105	6
TRENAL	*2	185,46	242	137
TPANPUL	*2	999,4	470	7
TOTAL	170	15112,04	3250,57	12190

Tabela 5 – Identificação das Variáveis que serão Inseridas no Modelo de DEA – Configuração Atual Otimizada

Chamada(*): Número de Profissionais Arbitrado a partir dos Resultados da Configuração Ideal da Simulação

Em uma avaliação inicial, para a visualização da fronteira em 3D, com o modelo CRS (CRS_E_O_N), foram utilizadas as seguintes variáveis:

inputs — SIGLAS

a) input de trabalho (Recursos Humanos):

1 - número de médicos da especialidade (MEDESP);

b) input financeiro:

1 - corresponde à variável que relaciona a média do montante dos salários pagos por mês aos profissionais de determinada especialidade cirúrgica, dividido pelo tempo de dedicação de centro cirúrgico para esta especialidade (\$/H ATUAL);

outputs - SIGLAS

a) output relacionado ao tratamento:

1 - variável agregada que corresponde ao somatório do número de cirurgias efetivamente realizadas (CIREFETIVA) e cirurgias de emergência (CIREMERG), formando a variável número de cirurgias realizadas (CIREALIZADA).

A Figura 9 retrata a análise estatística para a variável CIREALIZADA.

CIREALIZADA – MODELO ESTÁTICO

A variável CIREALIZADA representa o resultado da simulação para o número de cirurgias efetivamente realizadas. A média desta variável na amostra é de 609,50 cirurgias por especialidade cirúrgica, e desvio-padrão 628,08. No Histograma CIREALIZADA verifica-se que a distribuição desta variável é assimétrica positiva, com intervalos e *outlier*. No *boxplot* CIREALIZADA, observa-se que o conjunto central tem alta variabilidade, pois 50% das especialidades cirúrgicas possuem número de cirurgias efetivamente realizadas entre 154,50 e 841, 25% entre 4 e 154,50, e 25% entre 841 e 2499. A mediana é 628,08. O *outlier* observado corresponde ao quantitativo de 2499 cirurgias realizadas pela especialidade Geral.

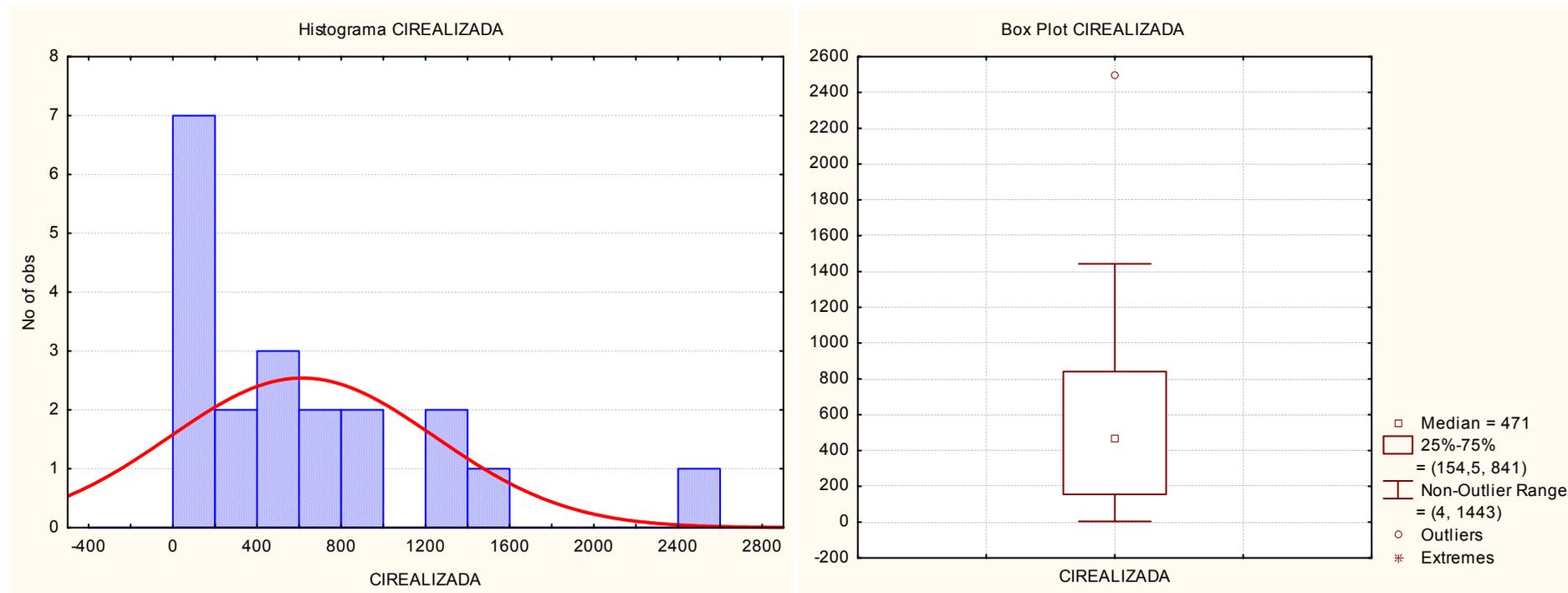


Figura 9 – Análise Estatística da Variável CIREALIZADA – Modelo Estático

Seguindo a metodologia adotada não serão consideradas para a avaliação de DEA, de acordo com as Figuras 2 e 9, as seguintes DMUs:

- GERAL (*outlier*);
- THEPAT (*outlier*); e
- TPANPUL (valor extremo).

As fronteiras de eficiência em 3D do problema inicial (Quinta Avaliação) podem ser visualizadas nas Figuras 10, 11 e 12; seus resultados estão sintetizados na Tabela 6.

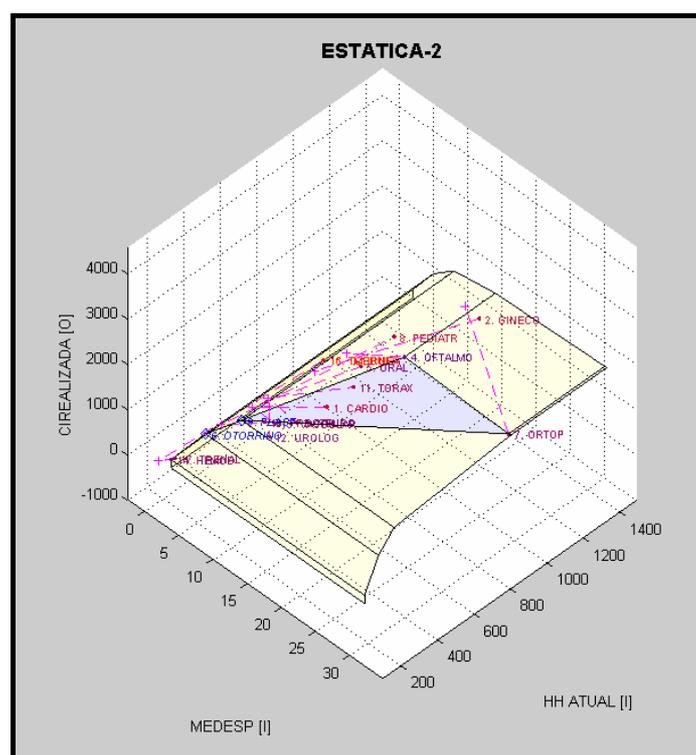


Figura 10 – Visualização da Fronteira de Eficiência do Modelo Estático - CRS_E_O_N – Terceira Avaliação

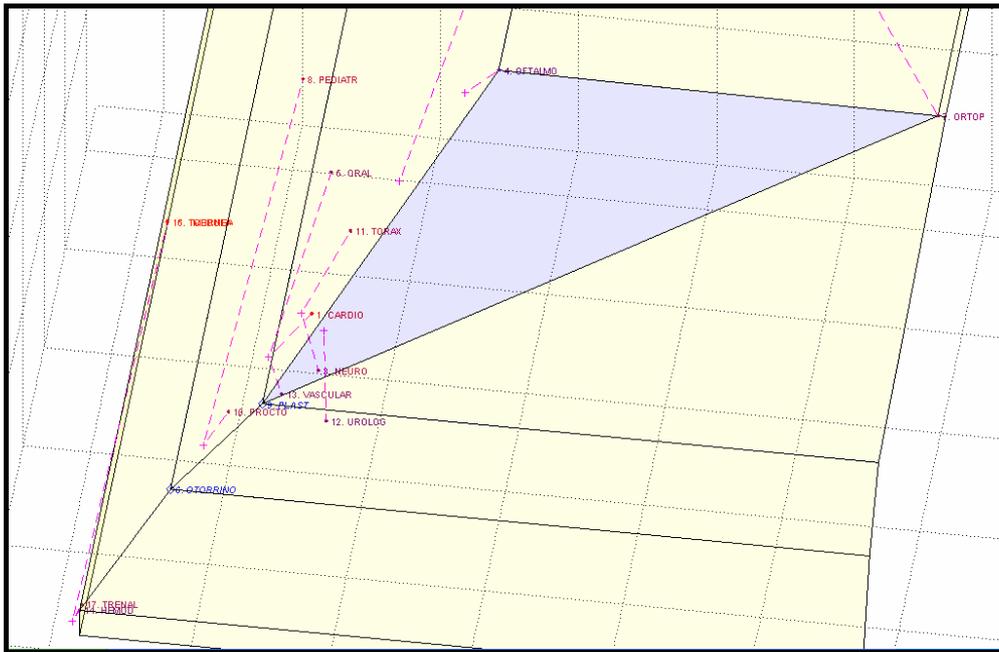


Figura 11 – Visualização da Fronteira (com Zoom) de Eficiência do Modelo Estático - CRS_E_O_N - Terceira Avaliação (Ângulo – 1)

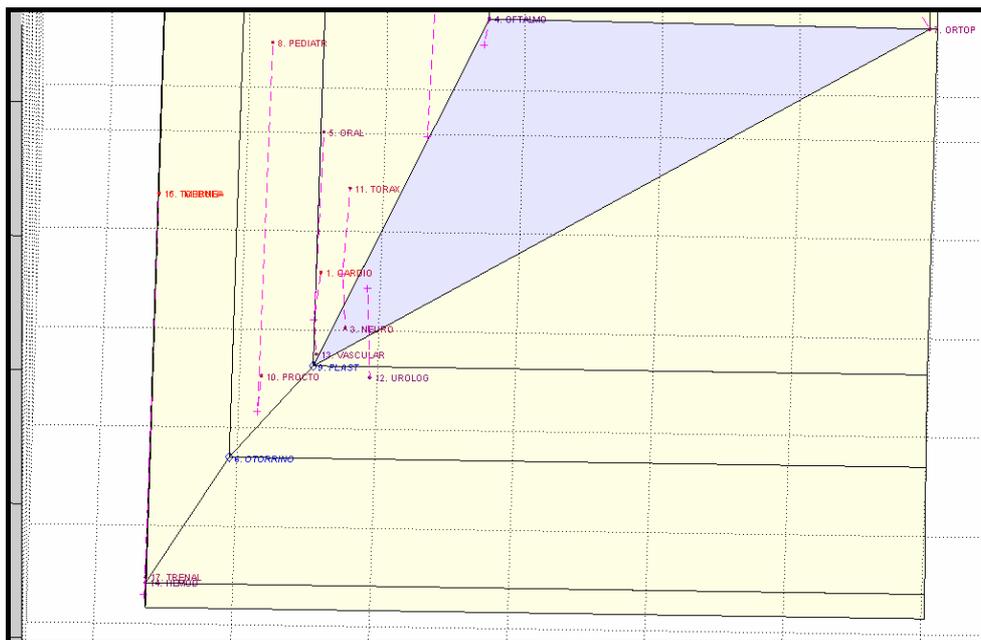


Figura 12 – Visualização da Fronteira (com Zoom) de Eficiência do Modelo Estático - CRS_E_O_N - Terceira Avaliação (Ângulo – 2)

ESTATICA-2	FO	P(MEDESP)	P(\$/H ATUAL)	P(CIREALIZADA)
CARDIO	0,140215	8	385,296	1340,8
GINECO	0,311256	12	577,944	2011,2
NEURO	0,339432	9	433,458	1508,4
OFTALMO	0,579184	14	674,268	2346,4
ORAL	0,413185	8	385,296	1340,8
*OTORRINO	1	5	240,81	838
ORTOP	0,401935	23,6582	964,19	3590,132
PEDIATR	0,270485	6	288,972	1005,6
*PLAST	1	8	326,04	1214
PROCTO	0,387828	6	288,972	1005,6
TORAX	0,28507	9	433,458	1508,4
UROLOG	0,560358	9,925408	404,51	1506,181
VASCULAR	0,473598	8	385,296	1340,8
HEMOD	0,513126	2	96,324	335,2
TCORNEA	0,011933	2	96,324	335,2
TMEDULA	0,0179	2	96,324	335,2
TRENAL	0,408711	2	96,324	335,2

Tabela 6 – Resultados da Projeção de Eficiência Pareto-Eficiente do Modelo Estático - CRS_E_O_N - Terceira Avaliação

Chamada(*): DMUs Consideradas Eficientes na Avaliação

2.4 Avaliação do Modelo Estático – Configuração Atual do Centro Cirúrgico – Quarta Avaliação

Nesta quarta avaliação, mantidas as condições de exclusão de DMUs do item anterior, utilizou-se o modelo CRS (CRS_E_O_N), com a inclusão da variável agregada CIREALIZADA, e ainda as seguintes variáveis das Tabelas 1 e 2:

inputs - SIGLAS

a) input de trabalho (Recursos Humanos):

1 - número de médicos da especialidade (MEDESP);

b) input financeiro:

1 - corresponde à variável que relaciona a média do montante dos salários pagos por mês aos profissionais de determinada especialidade cirúrgica, dividido pelo tempo de dedicação de centro cirúrgico para esta especialidade (\$/H ATUAL);

c) input de ordem operacional:

1 - tempo médio de realização de um procedimento cirúrgico, obtido através da distribuição de probabilidade ajustada associada à determinada especialidade cirúrgica (TEMPMEDIO);

outputs - SIGLAS

a) output relacionado ao tratamento:

1 - variável agregada que corresponde ao somatório do número de cirurgias efetivamente realizadas (CIREFETIVA) e cirurgias de emergência (CIREMERG), formando a variável número de cirurgias realizadas (CIREALIZADA).

Neste caso o programa Ideal não fornece a visualização das fronteiras de eficiência em 3D do problema; os resultados desta Quarta Avaliação estão sintetizados na Tabela 7.

ESTATICA-2	FO	P(MEESP)	P(\$/H ATUAL)	P(TEMPMEDIO)	P(CIREALIZADA)
CARDIO	0,140215	8	385,296	193,6	1340,8
GINECO	0,638718	10,09651	717,3285	53,8	980,0831
NEURO	0,409183	9	516,8909	149	1251,272
*OFTALMO	1	14	994,66	74,6	1359
ORAL	0,616975	8	528,9995	75,1	897,9276
OTORRINO	1	5	240,81	121	838
ORTOP	0,960856	14,38961	964,19	107	1501,785
PEDIATR	0,357515	6	368,403	79,7	760,8055
*PLAST	1	8	326,04	169	1214
PROCTO	0,403109	6	301,3414	135	967,4793
TORAX	0,294407	9	448,9804	205	1460,562
UROLOG	0,764609	8,13969	404,51	134	1103,833
VASCULAR	0,591684	8	472,1244	122	1073,208
HEMOD	0,513126	2	96,324	48,4	335,2
TCORNEA	0,011933	2	96,324	48,4	335,2
TMEDULA	0,0179	2	96,324	48,4	335,2
TRENAL	0,408711	2	96,324	48,4	335,2

Tabela 7 – Resultados da Projeção de Eficiência Pareto-Eficiente do Modelo Estático - CRS_E_O_N - Quarta Avaliação
Chamada(*): DMUs Consideradas Eficientes na Avaliação

2.5 Avaliação do Modelo Estático – Configuração Atual do Centro Cirúrgico – Quinta Avaliação

Nesta quinta avaliação, mantidas as condições de exclusão de DMUs do item 2.4, utilizou-se o modelo CRS (CRS_E_O_N) com as seguintes variáveis das Tabelas 1 e 2:

inputs - SIGLAS

a) input financeiro:

1 - corresponde à variável que relaciona a média do montante dos salários pagos por mês aos profissionais de determinada especialidade cirúrgica, dividido pelo tempo de dedicação de centro cirúrgico para esta especialidade (\$/H ATUAL);

b) input de ordem operacional:

1 - tempo médio de realização de um procedimento cirúrgico, obtido através da distribuição de probabilidade ajustada associada à determinada especialidade cirúrgica (TEMPMEDIO);

outputs - SIGLAS

a) output relacionado ao tratamento:

1 - variável agregada que corresponde ao somatório do número de cirurgias efetivamente realizadas (CIREFETIVA) e cirurgias de emergência (CIREMERG), formando a variável número de cirurgias realizadas (CIREALIZADA).

As fronteiras de eficiência em 3D do problema inicial (Quinta Avaliação) podem ser visualizadas nas Figuras 13, 14 e 15; seus resultados estão sintetizados na Tabela 14.

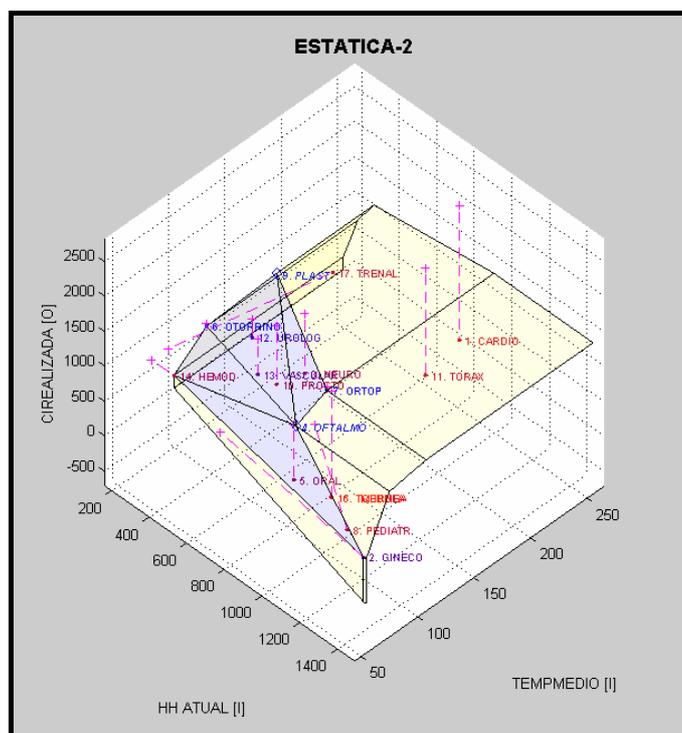


Figura 13 – Visualização da Fronteira de Eficiência do Modelo Estático - CRS_E_O_N – Quinta Avaliação

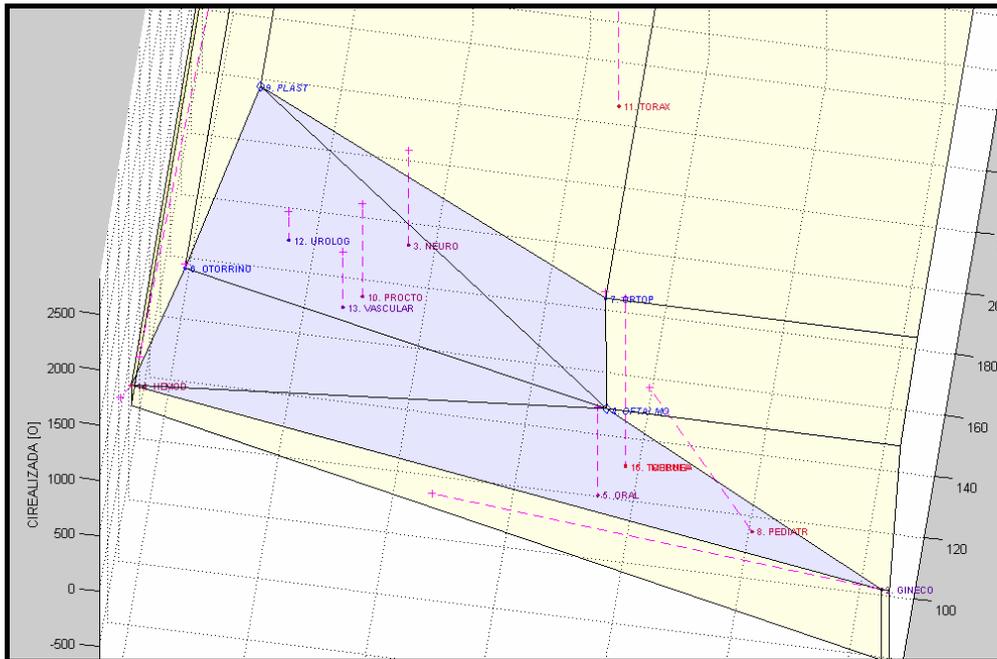


Figura 14 – Visualização da Fronteira (com Zoom) de Eficiência do Modelo Estático - CRS_E_O_N - Quinta Avaliação (Ângulo – 1)

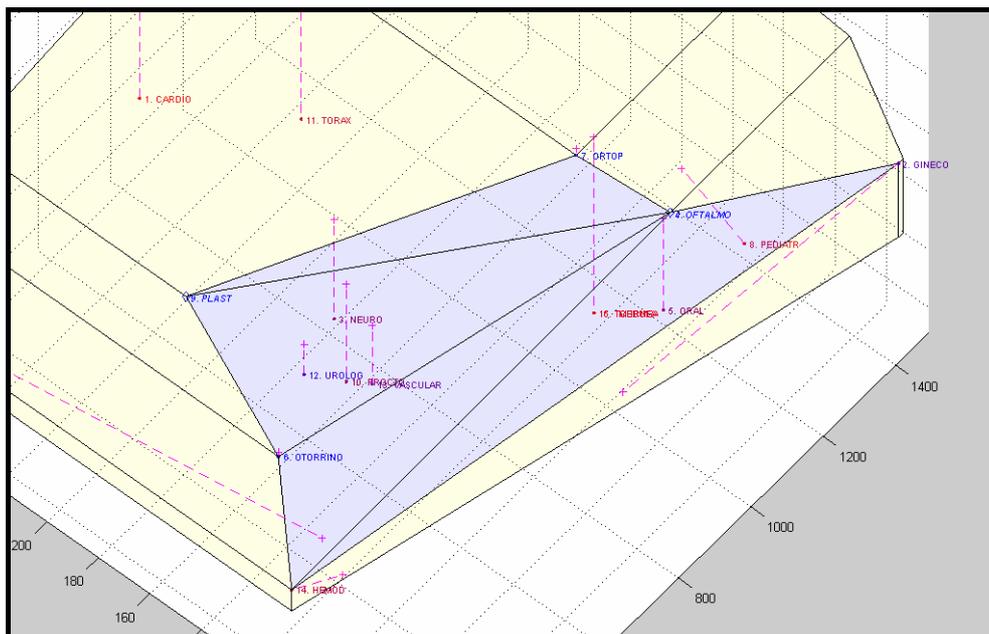


Figura 15 – Visualização da Fronteira (com Zoom) de Eficiência do Modelo Estático - CRS_E_O_N - Quinta Avaliação (Ângulo – 2)

ESTATICA-2	FO	P(\$/H ATUAL)	P(TEMPMEDIO)	P(CIREALIZADA)
CARDIO	0,088969	793,7	253	2113,09
GINECO	0,638718	717,3285	53,8	980,0831
NEURO	0,374538	594,1	149	1367,019
*OFTALMO	1	994,66	74,6	1359
ORAL	0,411275	979,54	75,1	1347,029
OTORRINO	0,956262	240,81	121	876,3289
ORTOP	0,960857	964,19	107	1501,785
PEDIATR	0,18734	1062,66	79,7	1451,908
*PLAST	1	326,04	169	1214
PROCTO	0,317412	528,06	135	1228,688
TORAX	0,2193	900,06	205	1960,788
UROLOG	0,764609	404,51	134	1103,833
VASCULAR	0,557469	506,88	122	1139,077
HEMOD	0,281685	163,99	85,00279	610,6118
TCORNEA	0,002623	999,4	105	1525,218
TMEDULA	0,003934	999,4	105	1525,218
TRENAL	0,198391	185,46	96,13158	690,5547

Tabela 14 – Resultados da Projeção de Eficiência Pareto-Eficiente do Modelo Estático - CRS_E_O_N - Quinta Avaliação
Chamada(*): DMUs Consideradas Eficientes na Avaliação

2.6 Avaliação do Modelo Estático – Configuração Atual do Centro Cirúrgico – Sexta Avaliação

Para a sexta avaliação, mantidas as condições de exclusão de DMUs do item 2.5, utilizou-se o modelo VRS (VRS_E_O_N) com as mesmas variáveis do item 2.5.

As fronteiras de eficiência em 3D do problema inicial (Sexta Avaliação) podem ser visualizadas nas Figuras 16, 17 e 18; seus resultados estão sintetizados na Tabela 15.

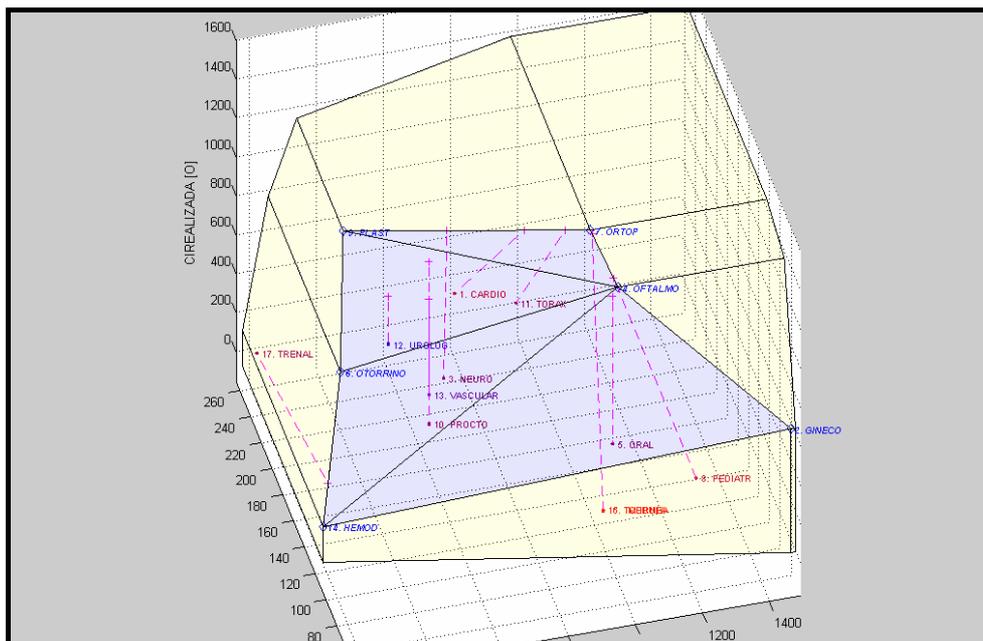


Figura 18 – Visualização da Fronteira (com Zoom) de Eficiência do Modelo Estático - VRS_E_O_N - Sexta Avaliação (Ângulo – 2)

ESTATICA-2	FO	P(\$/H ATUAL)	P(TEMPMEDIO)	P(CIREALIZADA)
CARDIO	0,136052	793,7	123,5641	1381,82
*GINECO	1	1478,16	53,8	626
NEURO	0,390782	594,1	142,9564	1310,193
*OFTALMO	1	994,66	74,6	1359
ORAL	0,421956	979,54	75,1	1312,933
*OTORRINO	1	240,81	121	838
*ORTOP	1	964,19	107	1443
PEDIATR	0,198219	989,8638	79,7	1372,222
*PLAST	1	326,04	169	1214
PROCTO	0,318318	528,06	135	1225,191
TORAX	0,30282	900,06	113,2306	1419,987
*UROLOG	0,775336	404,51	134	1088,56
VASCULAR	0,564259	506,88	122	1125,37
*HEMOD	1	163,99	105	172
TCORNEA	0,002782	966,0709	105	1437,815
TMEDULA	0,004173	966,0709	105	1437,815
TRENAL	0,382535	185,46	109,4718	358,1367

Tabela 15 – Resultados da Projeção de Eficiência Pareto-Eficiente do Modelo Estático - VRS_E_O_N - Sexta Avaliação Chamada(*): DMUs Consideradas Eficientes na Avaliação

3.0 O MODELO DINÂMICO – CONFIGURAÇÃO ATUAL OTIMIZADA

A dinâmica do presente modelo é concebida através da incorporação ostensiva dos resultados da Simulação, ferramenta esta que permitiu a visualização de duas

configurações distintas e de extrema importância para as avaliações de DEA, que aqui serão denominadas:

- Configuração Atual Otimizada, e
- Configuração Ideal dos Recursos humanos do centro cirúrgico.

Justifica-se a avaliação da Configuração Atual Otimizada motivado pelo fato deste modelo utilizar os resultados da simulação para preencher os dados referentes ao número de procedimentos cirúrgicos realizados e tempo de dedicação de centro cirúrgico, discriminados por especialidade na configuração modificada, a qual foi idealizada a partir dos resultados do Modelo de Simulação.

A Configuração Ideal, a qual será apresentada no item 4.0, é a compilação dos resultados da simulação, a qual forneceu o número mínimo necessário de funcionários para o bom funcionamento do centro cirúrgico do HUCFF, e atendimento a valores de demanda superiores ou iguais a demanda atualmente existente, com uma taxa de utilização dos recursos humanos inferiormente limitada a 50% (ociosidade), e superiormente limitada em 85% (utilização exaustiva).

Mantiveram-se aqui os parâmetros de opções do Modelo Estático, ou seja, foram habilitadas no programa IDEAL as opções de Envelope (condição para visualização da fronteira Não Arquimediana), com orientação a *output*, e projeção Não Arquimediana, tanto para o modelo CRS, como para o modelo VRS.

3.1 Avaliação do Modelo Dinâmico – Configuração Atual Otimizada do Centro Cirúrgico – Primeira Avaliação

Como já esclarecido anteriormente, é importante ressaltar que para o Modelo de DEA, como se verá adiante, esta Configuração já abarca algumas informações oriundas dos resultados da simulação, de forma suplementar aos dados coletados no centro cirúrgico do HUCFF, ou seja, apenas para preencher informações que importam em diversas mudanças nos valores das variáveis ($\$/H$ ATUAL1 e CIREALIZADA1).

Para a Configuração Atual Otimizada, inicialmente com o modelo CRS_E_O_N, foram escolhidas as seguintes variáveis para compor o modelo de DEA:

***inputs* - SIGLAS**

a) *input* de trabalho (Recursos Humanos):

1 - número de médicos da especialidade (MEDESP);

b) *input* financeiro:

1 - corresponde à variável que relaciona a média do montante dos salários pagos por mês aos profissionais de determinada especialidade cirúrgica, dividido pelo tempo de dedicação de centro cirúrgico para esta especialidade (\$/H ATUAL1);

c) input de ordem operacional:

1 - tempo médio de realização de um procedimento cirúrgico, obtido através da distribuição de probabilidade ajustada associada á determinada especialidade cirúrgica (TEMPMEDIO);

outputs - SIGLAS

a) output relacionados ao tratamento:

1 - número de cirurgias realizadas, para os profissionais médicos das especialidades, ou número de vezes de utilização destes profissionais (CIREALIZADA1) – esta é uma nova variável, concebida através dos resultados da Simulação, a qual agrega o número de cirurgias efetivas e de emergência no período de um mês.

Estas variáveis, e seus respectivos valores, estão representados na Tabela 16.

VARIÁVEIS – CONFIGURAÇÃO ATUAL OTIMIZADA - MODELO DINÂMICO				
DMU	INPUTS			OUTPUT
	MEDESP	\$/H ATUAL1 (R\$/H)	TEMPMEDIO	CIREALIZADA1
CARDIO	8	217,62	253	21
GERAL	24	654,15	134	243
GINECO	12	327,08	53,8	85
NEURO	9	245,29	149	66
OFTALMO	14	381,54	74,6	88
ORAL	8	218,05	75,1	69
OTORRINO	5	136,26	121	100
ORTOP	30	817,69	107	171
PEDIATR	6	163,53	79,7	38
PLAST	8	218,04	169	109
PROCTO	6	163,53	135	46
TORAX	9	245,31	205	51
UROLOG	10	272,53	134	97
VASCULAR	8	217,91	122	70
HEMOD	*2	53,99	105	24
TCORNEA	*2	54,51	105	0
THEPAT	*3	81,77	411,37	0
TMEDULA	*2	54,41	105	1
TRENAL	*2	53,70	242	14
TPANPUL	*2	54,51	470	0
TOTAL	170	4.631,42	3.250,57	1.293,00

Tabela 16 – Identificação das Variáveis que serão Inseridas no Modelo de DEA – Configuração Atual Otimizada

Chamada(*): Número de Profissionais arbitrado a partir dos Resultados da Configuração Ideal da Simulação

As Figuras 19 e 20 retratam as análises estatísticas para estas duas novas variáveis.

\$/H ATUAL1 – MODELO DINÂMICO – CONFIGURAÇÃO ATUAL OTIMIZADA

A variável \$/H ATUAL1 representa o resultado do cálculo que utiliza o tempo de dedicação de centro cirúrgico da simulação em R\$/H despendido nas diversas especialidades cirúrgicas, como resultado do Modelo de Simulação. A média desta variável na amostra é de R\$ 231,57/H por especialidade cirúrgica, e desvio-padrão 199,28. No Histograma \$/H ATUAL1 verifica-se que a distribuição desta variável é assimétrica positiva, com *outliers*. No *boxplot* \$/H ATUAL1, observa-se que o conjunto central tem alta variabilidade, pois 50% das especialidades cirúrgicas estão entre 68,14 e 258,92, 25% entre 53,70 e 68,14, e 25% entre 258,92 e 817,69. A mediana é 217,77. os *outliers* observados referem-se a R\$ 654,15/H na especialidade Geral, e R\$ 817,69/H na especialidade Ortopedia.

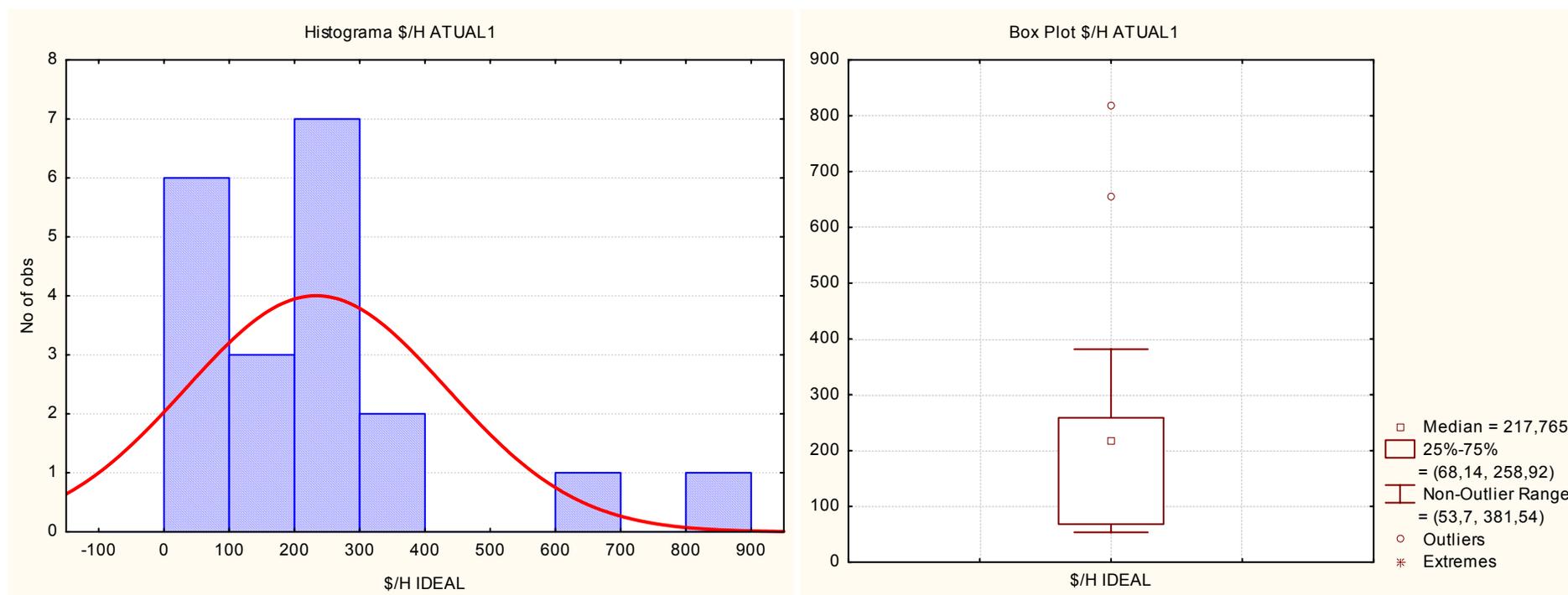


Figura 19 – Análise Estatística da Variável \$/H ATUAL 1 – Modelo Dinâmico – Configuração Atual Otimizada

CIREALIZADA1 – MODELO DINÂMICO – CONFIGURAÇÃO ATUAL OTIMIZADA

A variável CIREALIZADA1 representa o resultado da simulação para o número de cirurgias efetivamente realizadas. A média desta variável na amostra é de 64,65 cirurgias por especialidade cirúrgica, e desvio-padrão 61,70. No Histograma CIREALIZADA1 verifica-se que a distribuição desta variável é assimétrica positiva, com intervalos e *outlier*. No *boxplot* CIREALIZADA1, observa-se que o conjunto central tem alta variabilidade, pois 50% das especialidades cirúrgicas possuem número de cirurgias efetivamente realizadas entre 17,50 e 92,50, 25% entre 0 e 17,50, e 25% entre 258,92 e 817,69. A mediana é 58,50. O *outlier* observado corresponde ao quantitativo de 243 cirurgias efetivamente realizadas pela especialidade Geral.

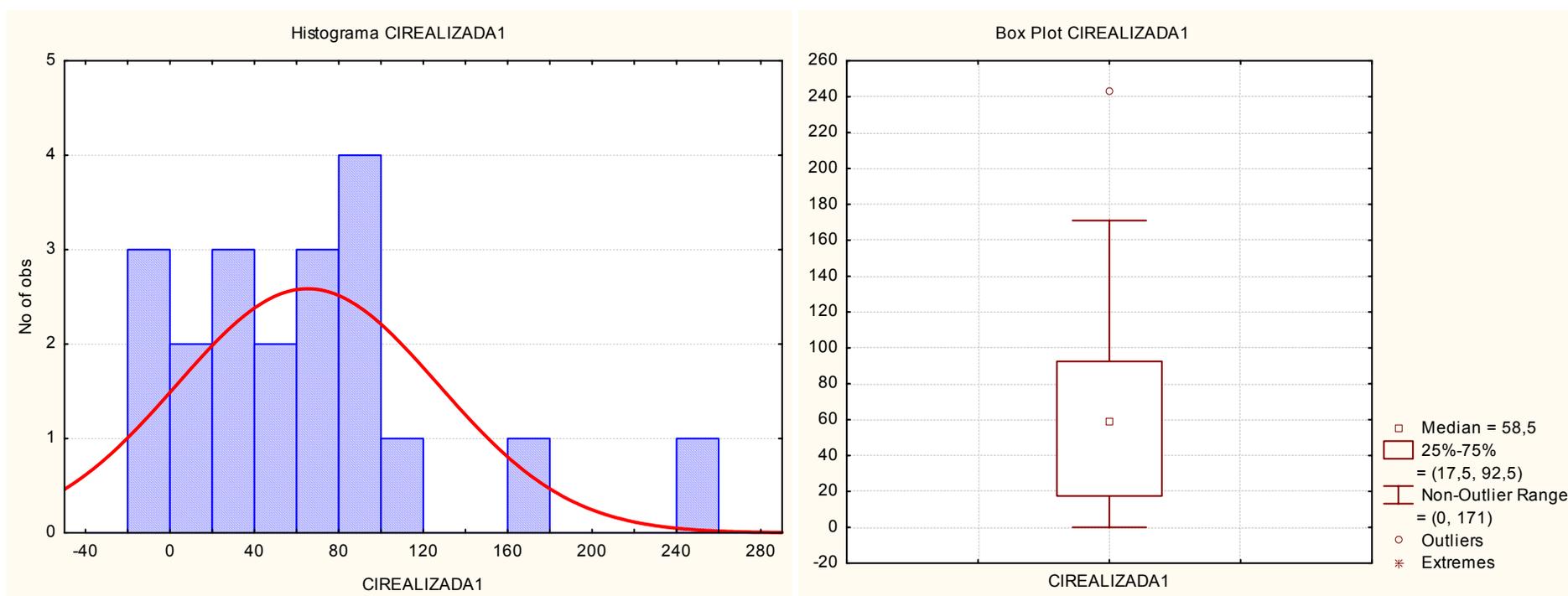


Figura 20 – Análise Estatística da Variável CIREALIZADA1 – Modelo Dinâmico – Configuração Atual Otimizada

Através dos resultados constantes nas Figuras 19 e 20, e ainda a Figura 2 (TEMPMEDIO), decidiu-se excluir, para as avaliações de DEA que se seguirão, as seguintes DMUs que apresentaram distorções:

- GERAL (*outlier*);
- ORTOP (*outlier*);
- THEPAT (*outlier*); e
- TPANPUL (valor extremo).

Em função da limitação do programa IDEAL, o qual permite a visualização em 3D, serão realizadas duas avaliações de DEA:

- a primeira avaliação com as variáveis: TEMPMEDIO, \$/H ATUAL1 e CIREALIZADA1; e
- uma segunda avaliação, sem a visualização das fronteiras de produção, com todas as variáveis.

Para a primeira avaliação, as fronteiras de eficiência em 3D do problema inicial (Configuração Atual Otimizada) podem ser visualizadas nas Figuras 21 e 22; seus resultados estão sintetizados na Tabela 17.

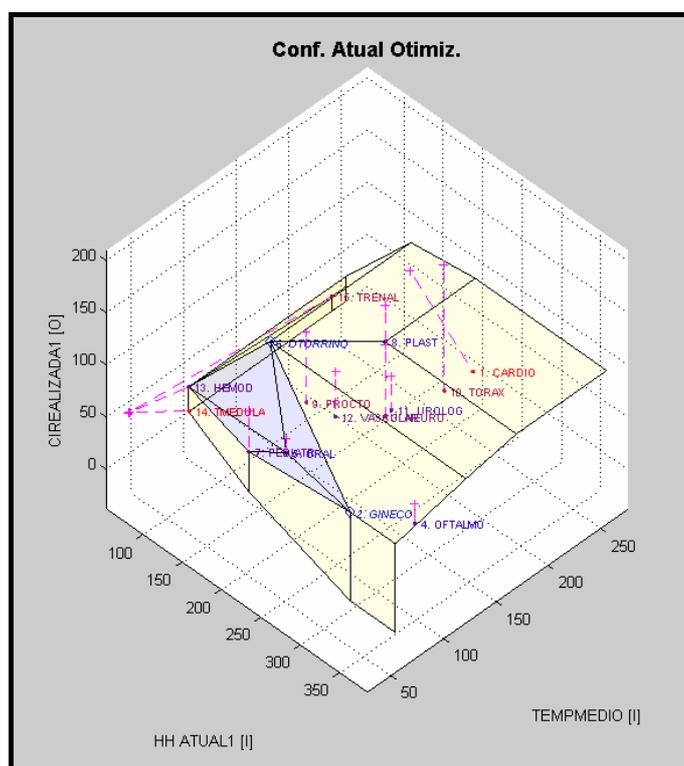


Figura 21 – Visualização da Fronteira de Eficiência do Modelo Dinâmico - CRS_E_O_N – Configuração Atual Otimizada – Primeira Avaliação

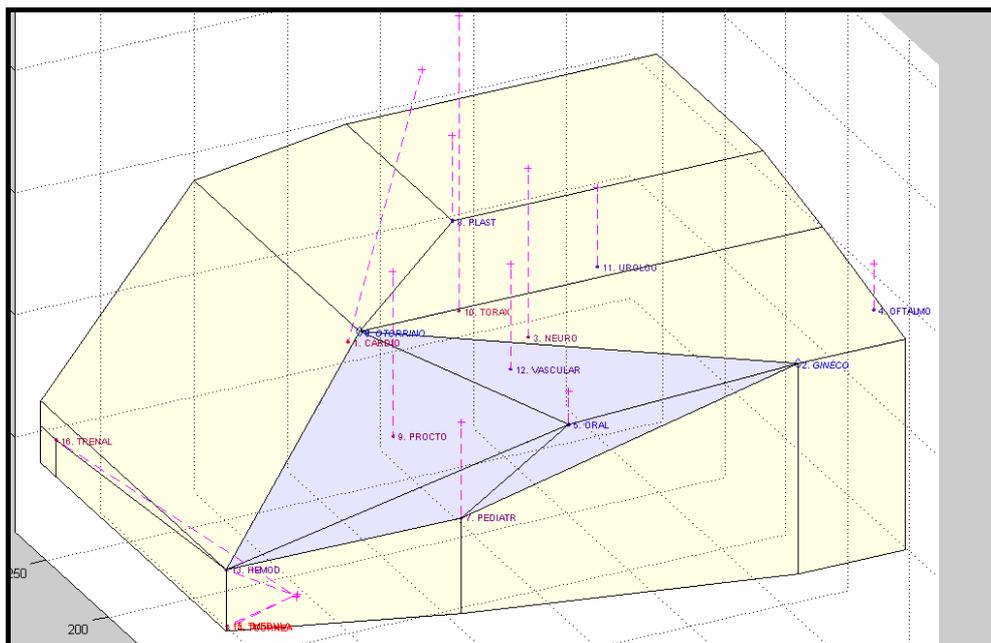


Figura 22 – Visualização da Fronteira (com Zoom) de Eficiência do Modelo Dinâmico - CRS_E_O_N – Configuração Atual Otimizada – Primeira Avaliação

Conf. Atual Otimiz.	FO	P(\$/H ATUAL1)	P(TEMPMEDIO)	P(CIREALIZADA1)
CARDIO	0,131489	217,62	193,2483	159,7094
*GINECO	1	327,08	53,8	85
NEURO	0,489146	245,29	149	134,929
OFTALMO	0,823113	381,54	74,6	106,9112
ORAL	0,837685	218,05	75,1	82,36988
*OTORRINO	1	136,26	121	100
PEDIATR	0,492928	163,53	79,7	77,09041
PLAST	0,757539	218,04	169	143,887
PROCTO	0,405929	163,53	135	113,3202
TORAX	0,297167	245,31	205	171,6205
UROLOG	0,750511	272,53	134	129,2453
VASCULAR	0,619057	217,91	122	113,0751
HEMOD	0,605712	53,99	47,94356	39,62278
TCORNEA	0	54,51	48,40533	40,0044
TMEDULA	0,025043	54,41	48,31653	39,93101
TRENAL	0,35524	53,7	47,68604	39,40995

Tabela 17 – Resultados da Projeção de Eficiência Pareto-Eficiente do Modelo Dinâmico - CRS_E_O_N – Configuração Atual Otimizada – Primeira Avaliação
Chamada(*): DMUs Consideradas Eficientes na Avaliação

3.2 Avaliação do Modelo Dinâmico – Configuração Atual Otimizada do Centro Cirúrgico – Segunda Avaliação

Para a segunda avaliação decidiu-se retirar a DMU TCORNEA, devido ao seu desempenho nulo nos resultados da simulação (valor para CIREALIZADA=0). Ainda com o modelo CRS_E_O_N, mantidas as opções do IDEAL, agora com todas as variáveis apresentadas na Tabela 16, seus resultados estão sintetizados na Tabela 18.

Conf. Atual Otimiz.	FO	P(MEDESP)	P(\$/H ATUAL1)	P(TEMPMEDIO)	P(CIREALIZADA1)
CARDIO	0,131489	7,985469	217,62	193,2483	159,7094
*GINECO	1	12	327,08	53,8	85
NEURO	0,489149	9	245,2843	149	134,9281
OFTALMO	0,823113	13,99815	381,54	74,6	106,9112
ORAL	0,837694	8	218,044	75,1	82,36898
*OTORRINO	1	5	136,26	121	100
PEDIATR	0,49293	6	163,5275	79,7	77,09003
PLAST	0,757554	8	218,0218	169	143,8842
PROCTO	0,405938	6	163,5144	135	113,3178
TORAX	0,297178	9	245,271	205	171,6145
UROLOG	0,750511	9,999429	272,53	134	129,2453
VASCULAR	0,619057	7,995489	217,91	122	113,0751
HEMOD	0,605712	1,981139	53,99	47,94356	39,62278
TMEDULA	0,025043	1,996551	54,41	48,31653	39,93101
TRENAL	0,35524	1,970498	53,7	47,68604	39,40995

Tabela 18 – Resultados da Projeção de Eficiência Pareto-Eficiente do Modelo Dinâmico - CRS_E_O_N – Configuração Atual Otimizada – Segunda Avaliação
Chamada(*): DMUs Consideradas Eficientes na Avaliação

3.3 Avaliação do Modelo Dinâmico – Configuração Atual Otimizada do Centro Cirúrgico – Terceira Avaliação

Mantidas as opções do programa IDEAL, ainda sem a DMU TCORNEA, utiliza-se agora o modelo VRS_E_O_N; de acordo com as considerações já tecidas no item 3.1, em função da limitação do programa IDEAL, serão realizadas mais duas avaliações com as variáveis já apresentadas na Tabela 16:

- uma terceira avaliação com as variáveis: TEMPMEDIO, \$/H ATUAL1 e CIREALIZADA1 para a visualização da fronteira de eficiência; e
- uma quarta avaliação, sem a visualização das fronteiras de produção, com todas as variáveis.

Para esta terceira avaliação as fronteiras de eficiência em 3D do problema (Configuração Atual Otimizada) podem ser visualizadas nas Figuras 23, 24 e 25; seus resultados estão sintetizados na Tabela 19.

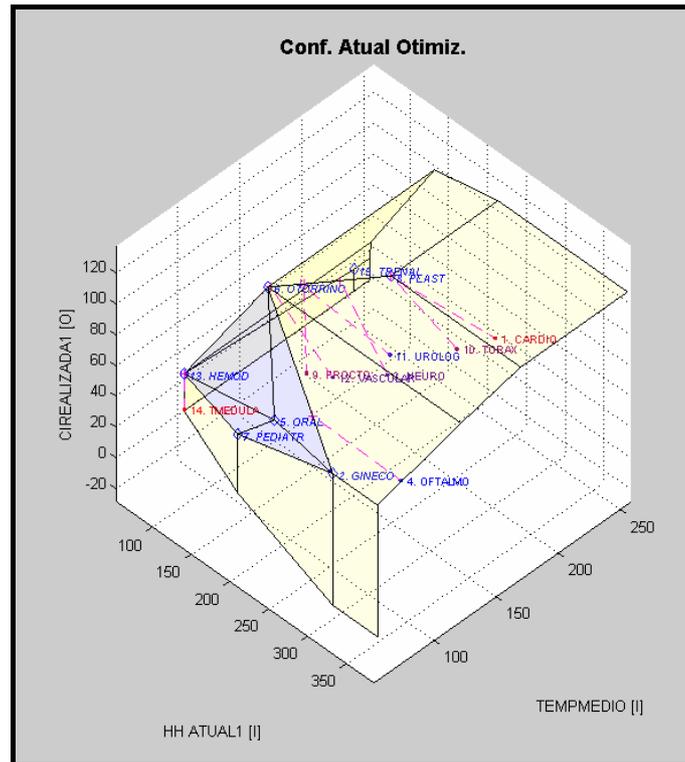


Figura 23 – Visualização da Fronteira de Eficiência do Modelo Dinâmico - VRS_E_O_N – Configuração Atual Optimizada – Terceira Avaliação

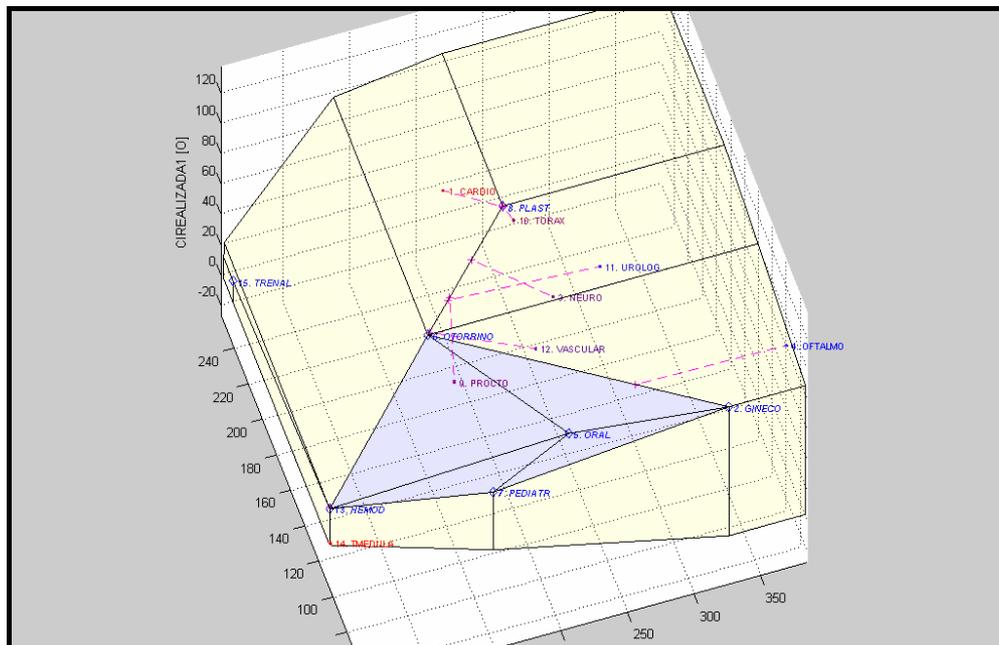


Figura 24 – Visualização da Fronteira (com Zoom) de Eficiência do Modelo Dinâmico - VRS_E_O_N – Configuração Atual Optimizada – Terceira Avaliação (Ângulo - 1)

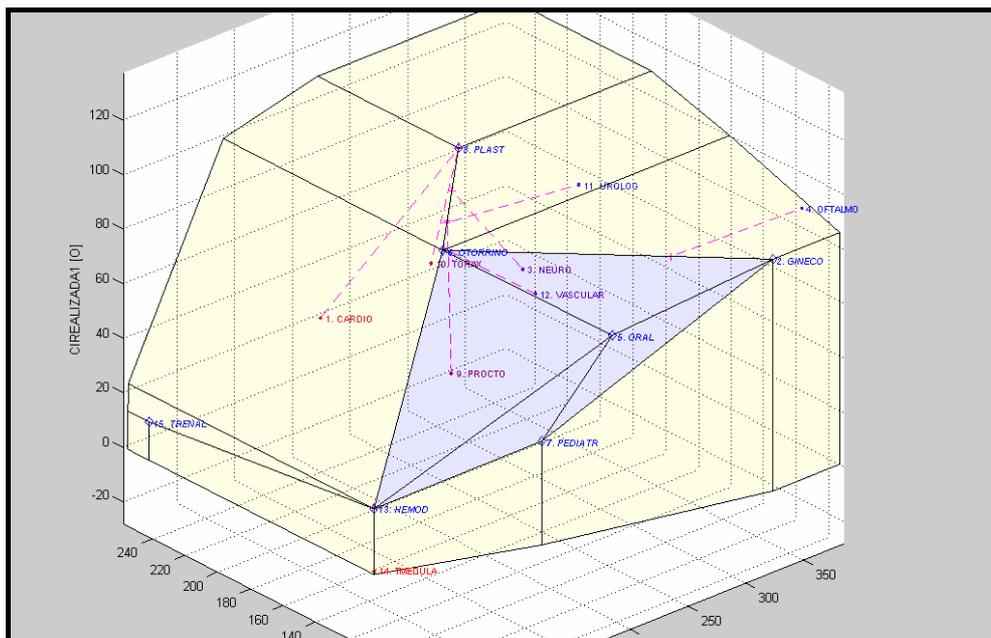


Figura 25 – Visualização da Fronteira (com Zoom) de Eficiência do Modelo Dinâmico - VRS_E_O_N – Configuração Atual Otimizada – Terceira Avaliação (Ângulo - 2)

Conf. Atual Otimiz.	FO	P(\$/H ATUAL1)	P(TEMPMEDIO)	P(CIREALIZADA1)
CARDIO	0,192742	217,62	168,7535	108,9538
*GINECO	1	327,08	53,8	85
NEURO	0,627078	183,965	149	105,25
OFTALMO	0,981672	268,0167	74,6	89,64286
*ORAL	1	218,05	75,1	69
*OTORRINO	1	136,26	121	100
*PEDIATR	1	163,53	79,7	38
*PLAST	1	218,04	169	109
PROCTO	0,448234	160,1125	135	102,625
TORAX	0,46789	218,04	169	109
UROLOG	0,946918	158,4087	134	102,4375
VASCULAR	0,69869	137,9637	122	100,1875
*HEMOD	1	53,99	105	24
TMEDULA	0,041242	54,41	105	24,24717
*TRENAL	1	53,7	242	14

Tabela 19 – Resultados da Projeção de Eficiência Pareto-Eficiente do Modelo Dinâmico - VRS_E_O_N – Configuração Atual Otimizada – Terceira Avaliação Chamada(*): DMUs Consideradas Eficientes na Avaliação

3.4 Avaliação do Modelo Dinâmico – Configuração Atual Otimizada do Centro Cirúrgico – Quarta Avaliação

Para a quarta avaliação, ainda com o modelo VRS_E_O_N, mantidas as opções do IDEAL, agora com todas as variáveis apresentadas na Tabela 16, os seus resultados estão sintetizados na Tabela 20.

Conf. Atual Otimiz.	FO	P(\$/H ATUAL1)	P(TEMPMEDIO)	P(MEDESP)	P(CIREALIZADA1)
CARDIO	0,192742	217,62	168,7535	7,984593	108,9538
*GINECO	1	327,08	53,8	12	85
NEURO	0,627078	183,965	149	6,75	105,25
OFTALMO	0,981672	268,0167	74,6	9,833333	89,64286
*ORAL	1	218,05	75,1	8	69
*OTORRINO	1	136,26	121	5	100
*PEDIATR	1	163,53	79,7	6	38
*PLAST	1	218,04	169	8	109
PROCTO	0,448234	160,1125	135	5,875	102,625
TORAX	0,46789	218,04	169	8	109
UROLOG	0,946918	158,4087	134	5,8125	102,4375
VASCULAR	0,69869	137,9637	122	5,0625	100,1875
*HEMOD	1	53,99	105	2	24
TMEDULA	0,041667	53,99	105	2	24
*TRENAL	1	53,7	242	2	14

Tabela 20 – Resultados da Projeção de Eficiência Pareto-Eficiente do Modelo Dinâmico - VRS_E_O_N – Configuração Atual Otimizada – Quarta Avaliação

Chamada(*): DMUs Consideradas Eficientes na Avaliação

4.0 O MODELO DINÂMICO – CONFIGURAÇÃO IDEAL

O que ocorre é que esta configuração incorpora as modificações sugeridas na Configuração Atual Otimizada, a qual apresenta altas taxas de ociosidade de pessoal e, através de várias rodadas de Simulação, busca-se a configuração considerada ideal de recursos humanos (ou mínima) para o bom funcionamento das atividades do centro cirúrgico do HUCFF, atendida a sua demanda; assim é traduzido o fator dinâmico deste modelo.

Mantiveram-se ainda aqui os parâmetros de opções do Modelo Estático, ou seja, foram habilitadas no programa IDEAL as opções de Envelope (condição para visualização da fronteira Não Arquimediana), com orientação a *output*, e projeção Não Arquimediana tanto para o modelo CRS, como para o modelo VRS.

4.1 Avaliação do Modelo Dinâmico – Configuração Ideal do Centro Cirúrgico – Primeira Avaliação

Para a Configuração Atual Otimizada, inicialmente com o modelo CRS_E_O_N, foram escolhidas as seguintes variáveis para compor o modelo de DEA:

***inputs* - SIGLAS**

a) *inputs* de trabalho (Recursos Humanos):

1 - número de médicos da especialidade (MEDESP1);

b) *inputs* financeiros:

1 - corresponde à variável que relaciona a média do montante dos salários pagos por mês aos profissionais de determinada especialidade cirúrgica, dividido pelo tempo de dedicação de centro cirúrgico para esta especialidade (\$/H IDEAL);

c) inputs de ordem operacional:

1 - tempo médio de realização de um procedimento cirúrgico, obtido através da distribuição de probabilidade ajustada associada à determinada especialidade cirúrgica (TEMPMEDIO);

outputs — SIGLAS

a) outputs relacionados ao tratamento:

1 - número de cirurgias realizadas, para os profissionais médicos das especialidades, ou número de vezes de utilização destes profissionais (CIREALIZADA2) – esta é uma nova variável, a qual agrega o número de cirurgias efetivas e de emergência dos resultados da simulação, ou seja, realizadas no período de um mês.

As variáveis que serão utilizadas nesta avaliação são apresentadas na Tabela 21.

VARIÁVEIS – CONFIGURAÇÃO IDEAL - MODELO DINÂMICO				
	INPUTS			OUTPUT
DMU	MEDESP1	\$/H IDEAL (R\$/H)	TEMPMEDIO	CIREALIZADA2
CARDIO	2	53,74	253	40
GERAL	2	54,45	134	463
GINECO	2	54,47	53,8	143
NEURO	2	54,48	149	106
OFTALMO	1	27,16	74,6	163
ORAL	2	54,50	75,1	126
OTORRINO	2	54,46	121	189
ORTOP	2	54,50	107	327
PEDIATR	2	54,51	79,7	58
PLAST	2	54,46	169	240
PROCTO	2	54,51	135	85
TORAX	2	54,50	205	90
UROLOG	2	54,46	134	169
VASCULAR	2	54,22	122	125
HEMOD	2	53,60	105	32
TCORNEA	2	54,51	105	0
THEPAT	3	81,77	411,37	0
TMEDULA	2	54,43	105	4
TRENAL	2	53,19	242	18
TPANPUL	2	54,51	470	0
TOTAL	40	1.086,43	3.250,57	2.378,00

Tabela 21 – Identificação das Variáveis para a Configuração Ideal

As Figuras 26 e 27 retratam a análise estatística das variáveis \$/H IDEAL e CIREALIZADA2, para a escolha apropriada das DMUs que vão compor o modelo de DEA.

\$/H IDEAL – CONFIGURAÇÃO IDEAL

A variável \$/H IDEAL representa o resultado do cálculo que utiliza o tempo de dedicação de centro cirúrgico fornecido pela simulação em R\$/H despendido nas diversas especialidades cirúrgicas. A média desta variável na amostra é de R\$ 54,32/H por especialidade cirúrgica, e desvio-padrão 8,87. No Histograma \$/H IDEAL verifica-se que a distribuição desta variável é levemente assimétrica positiva, com valores extremos. No *boxplot* \$/H IDEAL, observa-se que o conjunto central tem baixa variabilidade, pois 50% das especialidades cirúrgicas estão entre 54,32 e 54,50, 25% entre 0 e 54,32, e 25% entre 54,50 e 81,77. A mediana é 54,47. Os valores extremos observados correspondem respectivamente a R\$ 27,16/H na especialidade Oftalmologia, R\$ 53,19/H na especialidade Transplante renal e R\$ 81,77/H na especialidade Transplante Hepático.

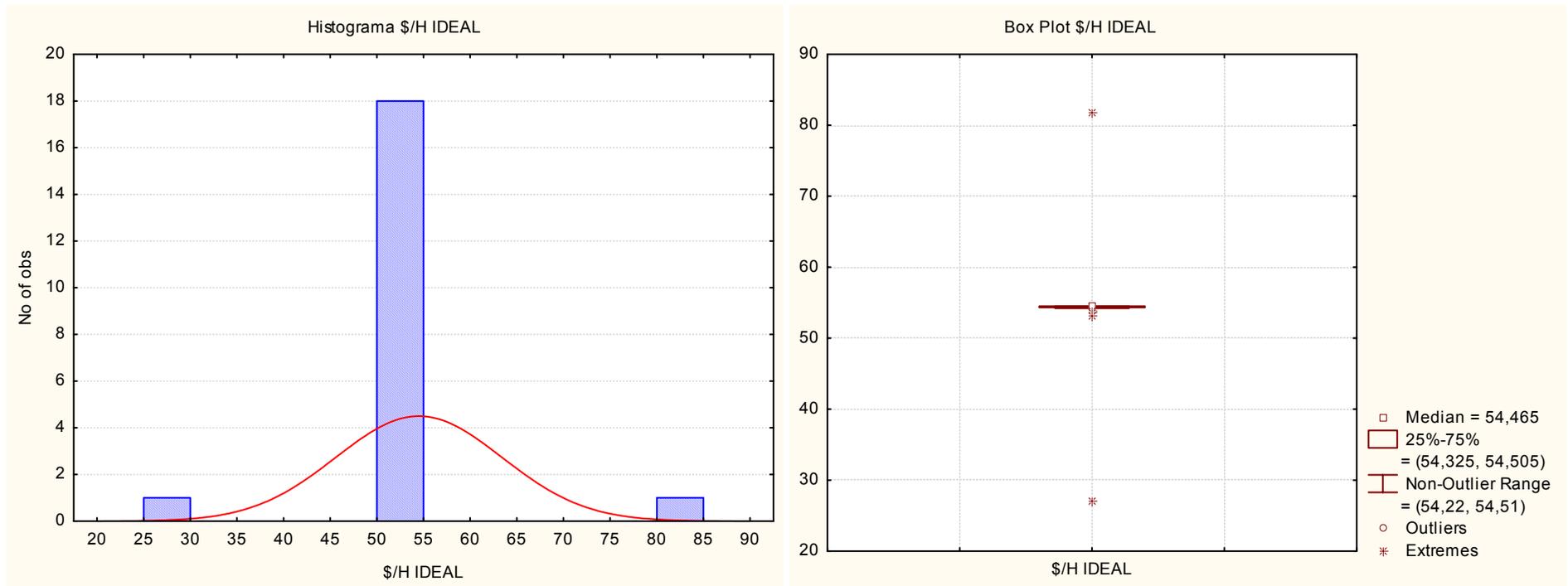


Figura 22 – Análise Estatística da Variável \$/H IDEAL – Configuração Ideal

CIREALIZADA2 – CONFIGURAÇÃO IDEAL

A variável CIREALIZADA2 representa o resultado da simulação para o número de cirurgias efetivamente realizadas. A média desta variável na amostra é de 118,90 cirurgias por especialidade cirúrgica, e desvio-padrão 119,61. No Histograma CIREALIZADA2 verifica-se que a distribuição desta variável é assimétrica positiva, com intervalos e *outliers*. No *boxplot* CIREALIZADA2, observa-se que o conjunto central tem alta variabilidade, pois 50% das especialidades cirúrgicas possuem número de cirurgias efetivamente realizadas entre 25 e 166, 25% entre 0 e 25, e 25% entre 166 e 463. A mediana é 98. O *outlier* observado corresponde ao quantitativo de 463 cirurgias efetivamente realizadas pela especialidade geral.

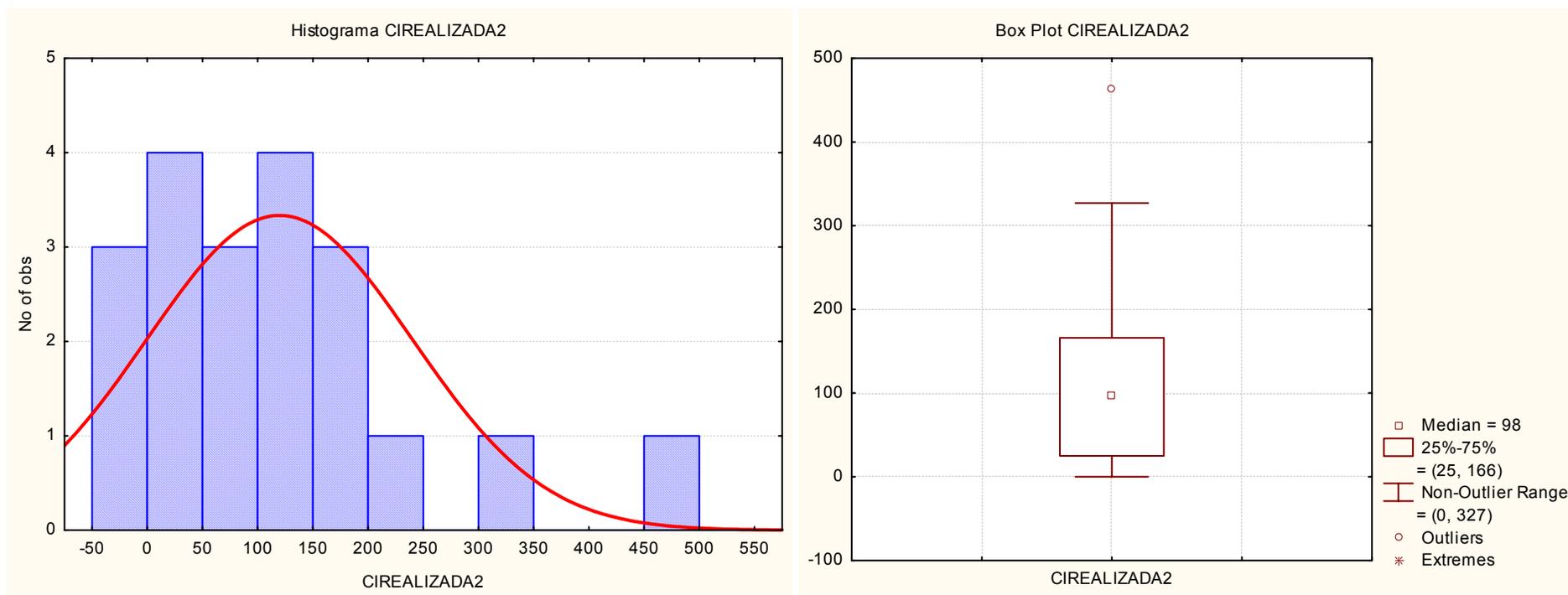


Figura 27 – Análise Estatística da Variável CIREALIZADA2 – Configuração Ideal

Com base nos resultados da análise estatística nas Figuras 26 e 27, e ainda os resultados para a variável TEMPMEDIO da Figura 2, decidiu-se não incluir no modelo de DEA as seguintes DMUs que apresentaram algum tipo de distorção:

- GERAL (*outlier*);
- OFTALMO (valor extremo);
- TCORNEA (baixo desempenho na simulação – CIREALIZADA2=0);
- THEPAT (*outlier* e valor extremo – Figura 2);
- TRENAL (valor extremo); e
- TPANPUL (valor extremo).

Da mesma forma, em função da limitação do programa IDEAL, o qual permite a visualização em 3D, serão realizadas duas avaliações distintas:

- a primeira avaliação com a visualização das fronteiras de produção utilizando as variáveis: TEMPMEDIO, \$/H IDEAL e CIREALIZADA2; e
- uma segunda avaliação, sem a visualização das fronteiras de produção, com todas as variáveis.

Para a primeira avaliação, as fronteiras de eficiência em 3D do problema inicial podem ser visualizadas nas Figuras 28, 29 e 30; seus resultados estão sintetizados na Tabela 22.

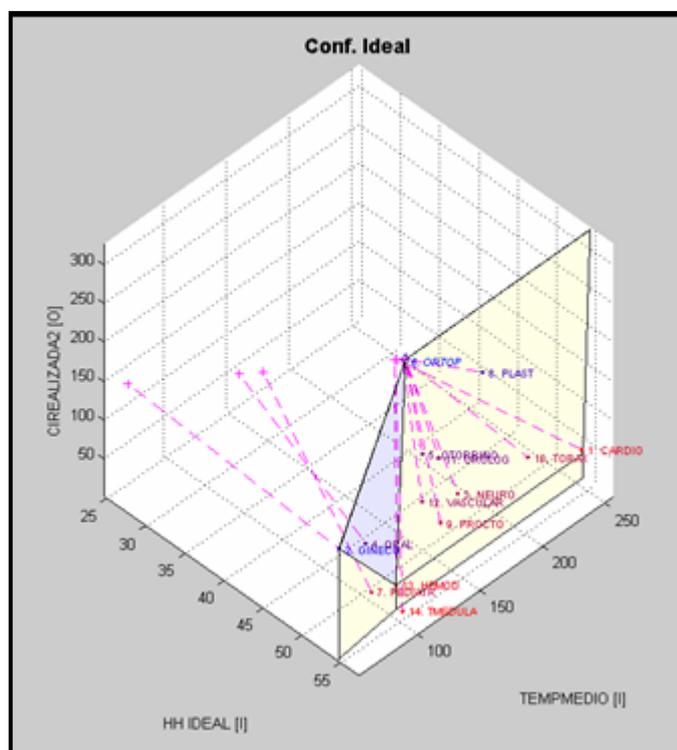


Figura 28 – Visualização da Fronteira de Eficiência do Modelo Dinâmico - CRS_E_O_N – Configuração Ideal – Primeira Avaliação

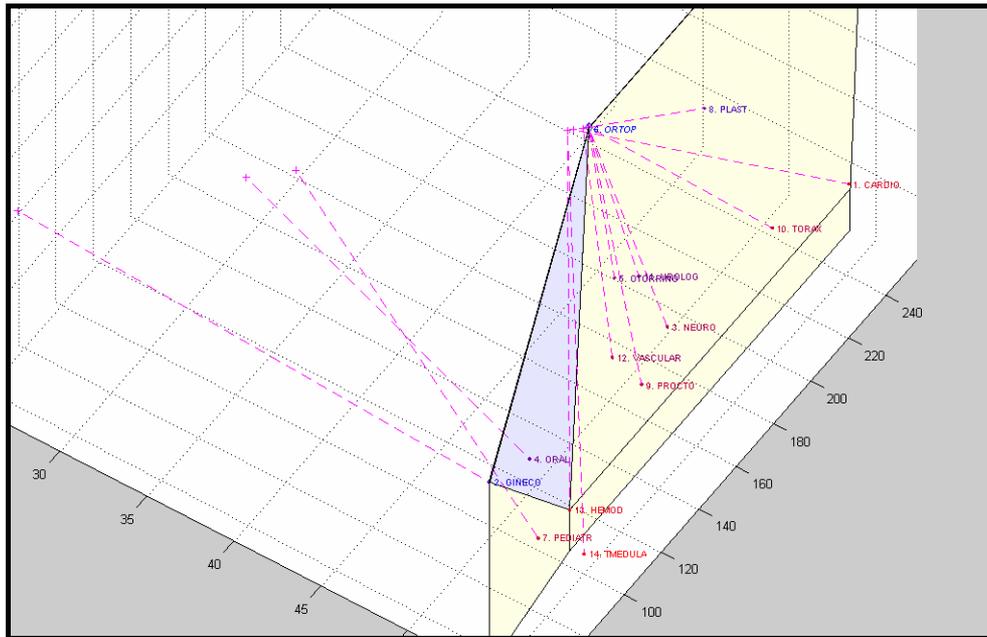


Figura 29 – Visualização da Fronteira (com Zoom) de Eficiência do Modelo Dinâmico - CRS_E_O_N – Configuração Ideal – Primeira Avaliação (Ângulo-1)

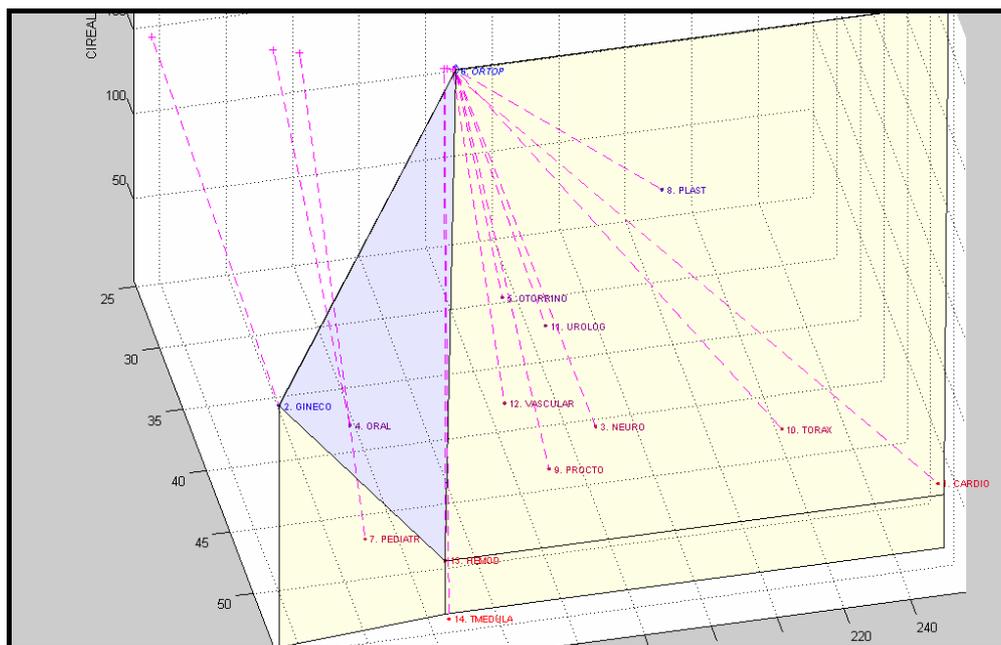


Figura 30 – Visualização da Fronteira (com Zoom) de Eficiência do Modelo Dinâmico - CRS_E_O_N – Configuração Ideal – Primeira Avaliação (Ângulo-2)

Conf. Ideal	FO	P(\$/H IDEAL)	P(TEMPMEDIO)	P(CIREALIZADA2)
CARDIO	0,124054	53,74	105,5079	322,44
GINECO	0,86974	27,4028	53,8	164,4168
NEURO	0,324278	54,48	106,9607	326,88
ORAL	0,548993	38,25187	75,1	229,5112
OTORRINO	0,578406	54,46	106,9215	326,76
*ORTOP	1	54,5	107	327
PEDIATR	0,238125	40,59486	79,7	243,5692
PLAST	0,734484	54,46	106,9215	326,76
PROCTO	0,259891	54,51	107,0196	327,06
TORAX	0,275229	54,5	107	327
UROLOG	0,517199	54,46	106,9215	326,76
VASCULAR	0,384237	54,22	106,4503	325,32
HEMOD	0,099723	53,48131	105	320,8879
TMEDULA	0,012465	53,48131	105	320,8879

Tabela 22 – Resultados da Projeção de Eficiência Pareto-Eficiente do Modelo Dinâmico - CRS_E_O_N – Configuração Ideal – Primeira Avaliação Chamada(*): DMU Considerada Eficiente na Avaliação

4.2 Avaliação do Modelo Dinâmico – Configuração Ideal do Centro Cirúrgico – Segunda Avaliação

Para a segunda avaliação, ainda com o modelo CRS_E_O_N, mantidas as opções do IDEAL, agora com todas as variáveis apresentadas na Tabela 21, os seus resultados estão sintetizados na Tabela 23.

Conf. Ideal	FO	P(\$/H IDEAL)	P(TEMPMEDIO)	P(MEESP)	P(CIREALIZADA2)
CARDIO	0,124054	53,74	105,5079	1,97211	322,44
GINECO	0,86974	27,4028	53,8	1,005607	164,4168
NEURO	0,324278	54,48	106,9607	1,999266	326,88
ORAL	0,548993	38,25187	75,1	1,403738	229,5112
OTORRINO	0,578406	54,46	106,9215	1,998532	326,76
*ORTOP	1	54,5	107	2	327
PEDIATR	0,238125	40,59486	79,7	1,48972	243,5692
PLAST	0,734484	54,46	106,9215	1,998532	326,76
PROCTO	0,259939	54,5	107	2	327
TORAX	0,275229	54,5	107	2	327
UROLOG	0,517199	54,46	106,9215	1,998532	326,76
VASCULAR	0,384237	54,22	106,4503	1,989725	325,32
HEMOD	0,099723	53,48131	105	1,962617	320,8879
TMEDULA	0,012465	53,48131	105	1,962617	320,8879

Tabela 23 – Resultados da Projeção de Eficiência Pareto-Eficiente do Modelo Dinâmico - CRS_E_O_N – Configuração Ideal – Segunda Avaliação Chamada(*): DMUs Consideradas Eficientes na Avaliação

4.3 Avaliação do Modelo Dinâmico – Configuração Ideal do Centro Cirúrgico – Terceira Avaliação

Mantidas as opções do programa IDEAL, utiliza-se agora o modelo VRS_E_O_N; de acordo com as considerações já tecidas em função da limitação do programa IDEAL, serão realizadas mais duas avaliações com as variáveis já apresentadas na Tabela 21:

- uma terceira avaliação com as variáveis: TEMPMEDIO, \$/H IDEAL e CIREALIZADA2; e

- uma quarta avaliação, sem a visualização das fronteiras de produção, com todas as variáveis.

Para a terceira avaliação, as fronteiras de eficiência em 3D do problema inicial podem ser visualizadas nas Figuras 31 e 32; seus resultados estão sintetizados na Tabela 24.

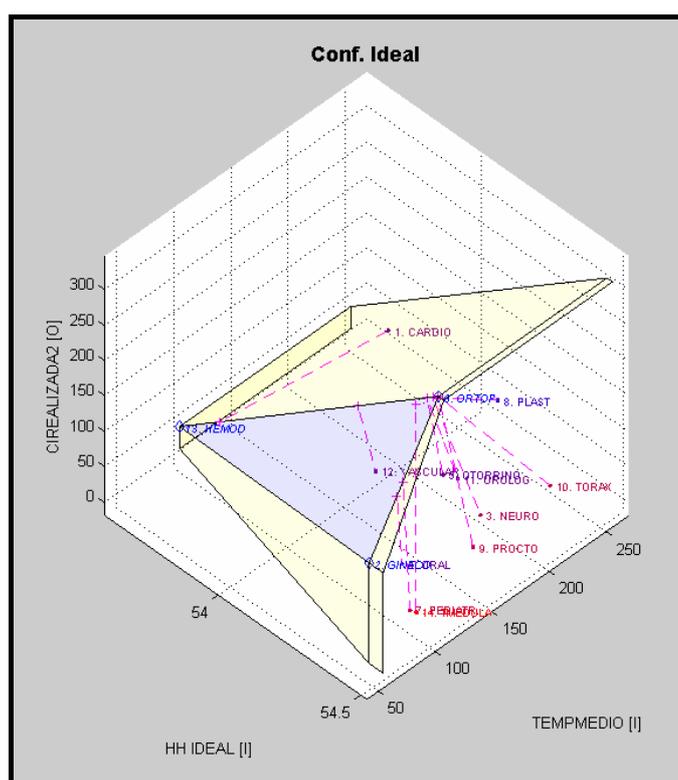


Figura 31 – Visualização da Fronteira de Eficiência do Modelo Dinâmico - CRS_E_O_N – Configuração Ideal – Terceira Avaliação

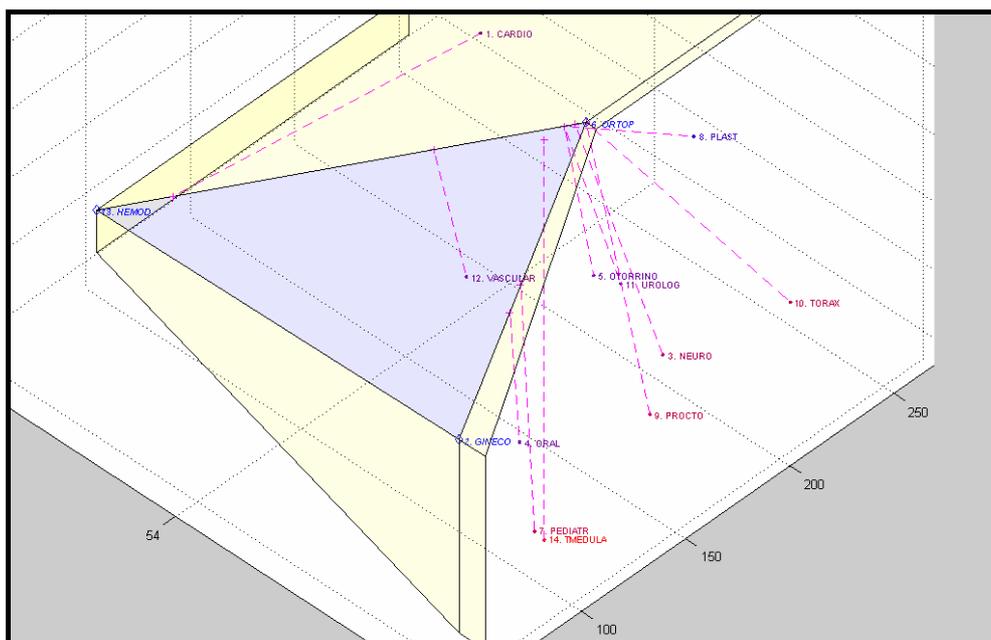


Figura 32 – Visualização da Fronteira (com Zoom) de Eficiência do Modelo Dinâmico - CRS_E_O_N – Configuração Ideal – Terceira Avaliação

Conf. Ideal	FO	P(\$/H IDEAL)	P(TEMPMEDIO)	P(CIREALIZADA2)
CARDIO	0,513552	53,74	105,3111	77,88889
*GINECO	1	54,47	53,8	143
NEURO	0,330791	54,48	106,9556	320,4444
ORAL	0,581532	54,48201	75,1	216,6692
OTORRINO	0,602124	54,46	106,9111	313,8889
*ORTOP	1	54,5	107	327
PEDIATR	0,249378	54,48461	79,7	232,5789
PLAST	0,764601	54,46	106,9111	313,8889
PROCTO	0,259939	54,5	107	327
TORAX	0,275229	54,5	107	327
UROLOG	0,538407	54,46	106,9111	313,8889
VASCULAR	0,531412	54,22	106,3778	235,2222
*HEMOD	1	53,6	105	32
TMEDULA	0,013422	54,43	105	298,0096

Tabela 24 – Resultados da Projeção de Eficiência Pareto-Eficiente do Modelo Dinâmico - CRS_E_O_N – Configuração Ideal – Terceira Avaliação

Chamada(*): DMUs Consideradas Eficientes na Avaliação

4.4 Avaliação do Modelo Dinâmico – Configuração Ideal do Centro Cirúrgico – Quarta Avaliação

Para a quarta avaliação, ainda com o modelo VRS_E_O_N, mantidas as opções do IDEAL, agora com todas as variáveis apresentadas na Tabela 22, os seus resultados estão sintetizados na Tabela 25.

Conf. Ideal	FO	P(\$/H IDEAL)	P(TEMPMEDIO)	P(MEDESP)	P(CIREALIZADA2)
CARDIO	0,513552	53,74	105,3111	2	77,88889
*GINECO	1	54,47	53,8	2	143
NEURO	0,330791	54,48	106,9556	2	320,4444
ORAL	0,581532	54,48201	75,1	2	216,6692
OTORRINO	0,602124	54,46	106,9111	2	313,8889
*ORTOP	1	54,5	107	2	327
PEDIATR	0,249378	54,48461	79,7	2	232,5789
PLAST	0,764601	54,46	106,9111	2	313,8889
PROCTO	0,259939	54,5	107	2	327
TORAX	0,275229	54,5	107	2	327
UROLOG	0,538407	54,46	106,9111	2	313,8889
VASCULAR	0,531412	54,22	106,3778	2	235,2222
*HEMOD	1	53,6	105	2	32
TMEDULA	0,013422	54,43	105	2	298,0096

Tabela 25 – Resultados da Projeção de Eficiência Pareto-Eficiente do Modelo Dinâmico - VRS_E_O_N – Configuração Ideal – Quarta Avaliação

Chamada(*): DMUs Consideradas Eficientes na Avaliação

5.0 O MODELO SIMDEA (OU DE DUAS FASES)

Para o Modelo SIMDEA, ainda sem restrições aos pesos, com o modelo VRS_E_O_N, mantidas as opções do IDEAL (com a Projeção Radial), serão utilizadas as seguintes variáveis:

inputs - SIGLAS

a) inputs de trabalho (Recursos Humanos):

1 - número de médicos da especialidade (MEDICOS) – corresponde à variável MEDESP para as Configurações Atual e Atual Otimizada; corresponde à variável MEDESP1 para a Configuração IDEAL;

b) inputs financeiro:

1 - corresponde à variável que relaciona a média do montante dos salários pagos por mês aos profissionais de determinada especialidade cirúrgica, dividido pelo tempo de dedicação de centro cirúrgico para esta especialidade (\$/H GERAL) – corresponde à variável \$/H ATUAL para a Configuração Atual e corresponde à variável \$/H IDEAL para a configuração IDEAL.

outputs — SIGLAS

a) output de complexidade:

1 – corresponde ao nível de complexidade associado à determinada especialidade cirúrgica (COMPLEX);

b) outputs relacionados ao tratamento:

1 - número de cirurgias realizadas, para os profissionais médicos das especialidades, ou número de vezes de utilização destes profissionais (CIREALIZADA3) – esta é a variável que agrega o número de cirurgias efetivas e de emergência dos resultados dos dados primários, ou da simulação, realizadas no período de um mês: corresponde à variável CIREALIZADA (ajustada para o período de um mês) para a Configuração Atual; à variável CIREALIZADA2 para a Configuração Ideal.

Será convencionada a seguinte nomenclatura para as DMUs artificiais: A(“sigla da especialidade”).

A Tabela 26 apresenta o valor das variáveis que serão consideradas neste modelo.

MODELO SIMDEA				
	INPUTS		OUTPUTS	
ESPECIALIDADES	MEDICOS	\$/H GERAL (R\$/H)	COMPLEX	CIREALIZADA3
CARDIO	8	793,7	3	9,4
GERAL	24	318,49	2	124,95
GINECO	12	1.478,16	1	31,3
NEURO	9	594,1	2	25,6
OFTALMO	14	994,66	1	67,95
ORAL	8	979,54	1	27,7
OTORRINO	5	240,81	1	41,9
ORTOP	30	964,19	1	72,15
PEDIATR	6	1.236,09	2	13,6
PLAST	8	326,04	1	60,7
PROCTO	6	528,06	2	19,5
TORAX	9	900,06	3	21,5
UROLOG	10	404,51	1	42,2
VASCULAR	8	506,88	3	31,75
HEMOD	*2	163,99	1	8,6
TCORNEA	*2	999,4	3	0,2
THEPAT	*3	1.499,10	3	3
TMEDULA	*2	999,4	3	0,3
TRENAL	*2	185,46	3	6,85
TPANPUL	*2	999,4	3	0,35
ACARDIO	2	53,74	3	40
AGERAL	2	54,45	2	463
AGINECO	2	54,47	1	143
ANEURO	2	54,48	2	106
AOFTALMO	1	27,16	1	163
AORAL	2	54,50	1	126
AOTORRINO	2	54,46	1	189
AORTOP	2	54,50	1	327
APEDIATR	2	54,51	2	58
APLAST	2	54,46	1	240
APROCTO	2	54,51	2	85
ATORAX	2	54,50	3	90
AUROLOG	2	54,46	1	169
AVASCULAR	2	54,22	3	125
AHEMOD	2	53,60	1	32
ATCORNEA	2	54,51	3	0
ATHEPAT	3	81,77	3	0
ATMEDULA	2	54,43	3	4
ATRENAL	2	53,19	3	18
ATPANPUL	2	54,51	3	0

Tabela 26 – Variáveis que serão Utilizadas no Modelo SIMDEA
Chamada(*): Variáveis Arbitradas a partir dos Resultados da Simulação

A fim de verificar o comportamento estatístico das DMUs, em uma avaliação global com a inserção das DMUs artificiais, foram elaboradas mais duas análises estatísticas, respectivamente para a variável \$/H GERAL – Figura 33, e CIREALIZADA3 – Figura 34.

\$/H GERAL – MODELO SIMDEA

A variável \$/H GERAL representa o resultado do cálculo que utiliza o tempo de dedicação de centro cirúrgico fornecido pela simulação (ou obtido através dos dados primários do HUCFF) em R\$/H despendido nas diversas especialidades cirúrgicas. A média desta variável na amostra é de R\$ 404,96/H por especialidade cirúrgica, e desvio-padrão 407,29. No Histograma \$/H GERAL verifica-se que a distribuição desta variável é assimétrica negativa, sem *outliers* ou valores extremos. No *boxplot* \$/H GERAL, observa-se que o conjunto central tem alta variabilidade, pois 50% das especialidades cirúrgicas estão entre 54,47 e 846,88, 25% entre 27,16 e 54,47, e 25% entre 846,88 e 1499,1. A mediana é 122,88. Nenhuma DMU artificial apresentou alguma distorção nesta análise.

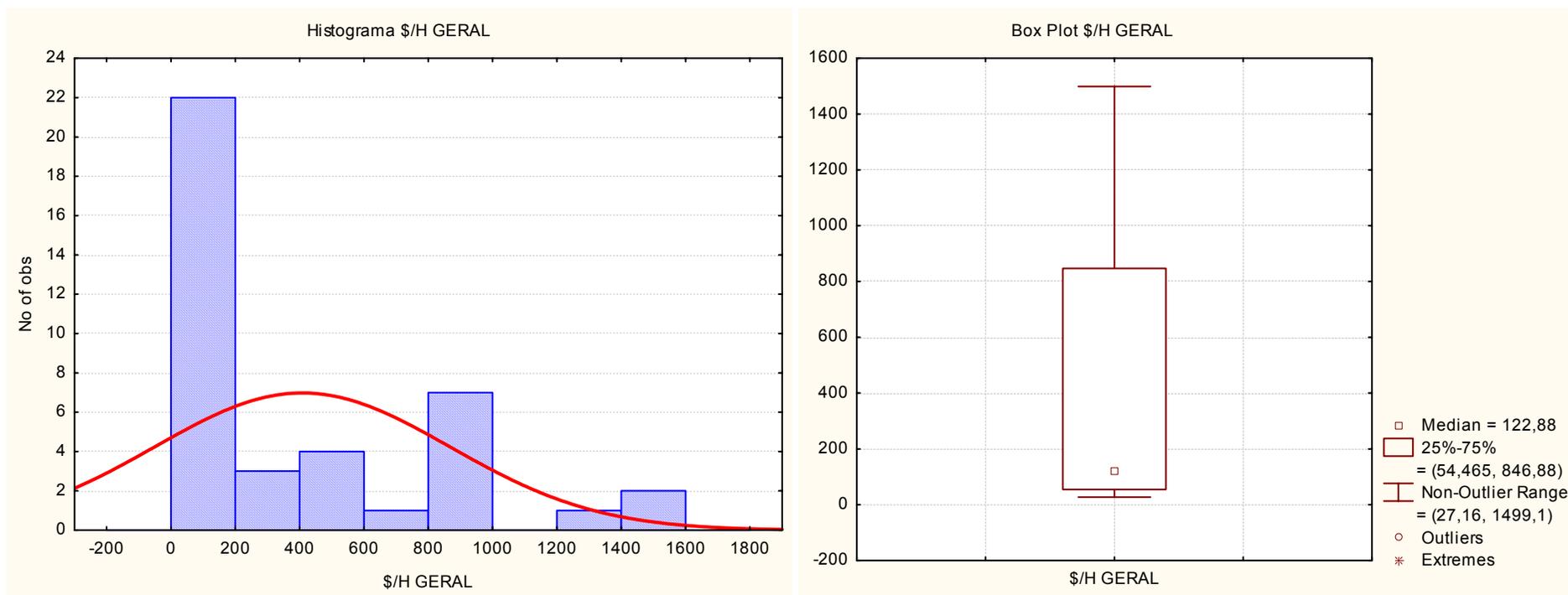


Figura 33 – Análise Estatística da Variável \$/H GERAL – Modelo SIMDEA

CIREALIZADA3 – MODELO SIMDEA

A variável CIREALIZADA3 representa o número de cirurgias realizadas para cada especialidade cirúrgica. A média desta variável na amostra é de 74,69 cirurgias por especialidade cirúrgica, e desvio-padrão 97,24. No Histograma CIREALIZADA3 verifica-se que a distribuição desta variável é assimétrica negativa, com intervalos, valor extremos e *outlier*. No *boxplot* CIREALIZADA3, observa-se que o conjunto central tem alta variabilidade, pois 50% das especialidades cirúrgicas possuem número de cirurgias realizadas entre 9 e 115,48, 25% entre 0 e 9, e 25% entre 115,48 e 463. A mediana é 36. O *outlier* observado corresponde ao quantitativo de 327 cirurgias realizadas pela DMU Artificial AORTOP; o valor extremo corresponde a 463 procedimentos realizados pela DMU Artificial AGERAL

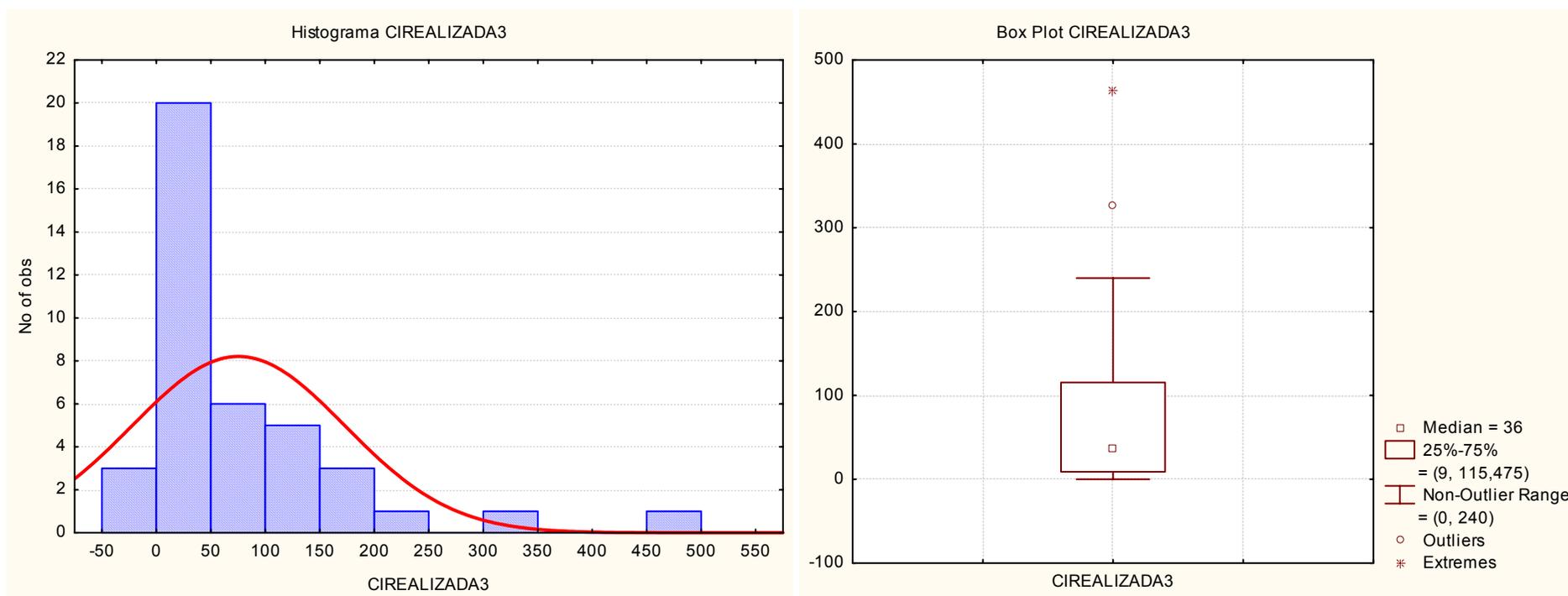


Figura 34 – Análise Estatística da Variável CIREALIZADA3 – Modelo SIMDEA

A análise conjugada dos resultados apresentados nas Figuras 34 e 35, nos permite inferir que é sugerida a exclusão¹⁵ das seguintes DMUs da avaliação de DEA do Modelo SIMDEA, :

- GERAL – Valor Extremo;
- ORTOP – *outlier*.

Em função da limitação do programa IDEAL, o qual permite a visualização em 3D, serão realizadas três avaliações de DEA com o modelo VRS_E_O_N:

- a primeira avaliação com as variáveis: $\$/H$ GERAL, CIREALIZADA3 e COMPLEX – considerando-se todas as DMUs, para a visualização das fronteiras de eficiência ;

- uma segunda avaliação, sem a visualização das fronteiras de produção, com todas as variáveis, porém excetuando-se as DMUs originais e as artificiais sugeridas pela estatística: GERAL, e AGERAL; ORTOP e AORTOP (DMUs artificiais que forma identificadas como Valor Extremo e *outlier*).

Serão apresentados, em forma tabular, as projeções de eficiência, o conjunto de referência (Modelo do Envelope) e os pesos atribuídos (Modelo dos Multiplicadores – Projeção Radial), a fim de verificar se alguma DMU recebeu peso nulo nestas avaliações.

Para a primeira avaliação, as fronteiras de eficiência em 3D do problema inicial podem ser visualizadas nas Figuras 35, 36 e 37; seus resultados estão sintetizados nas Tabelas 27, 28 e 29.

¹⁵ Frisa-se que a exclusão destas DMUs fundamenta-se na Teoria Estatística, a fim de retirar, do conjunto de referência, DMUs que possam vir a deslocar as projeções de eficiência das demais DMUs, e fornecer resultados mascarados. É importante esclarecer que a eficiência das DMUs descartadas é inquestionável e, mesmo assim, serão consideradas como eficientes nas avaliações em que, eventualmente, vierem a ser excluídas.

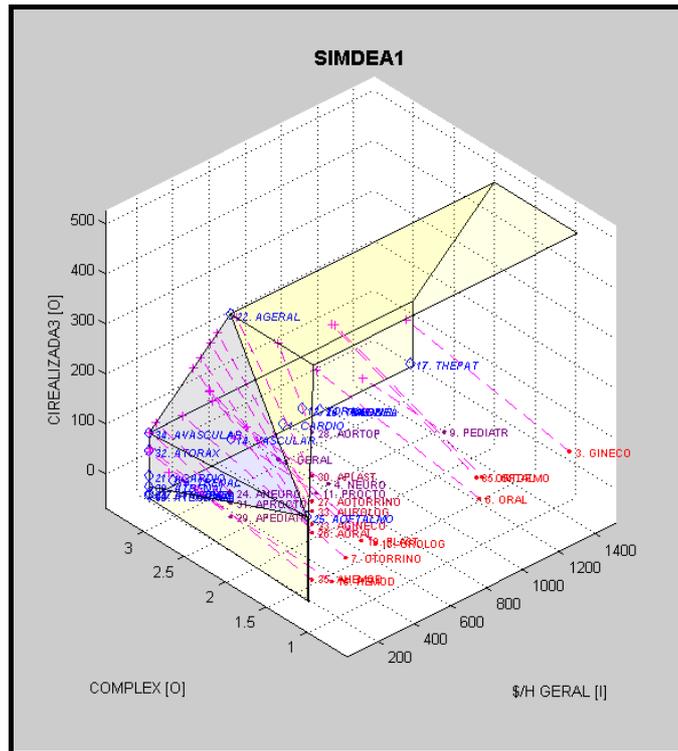


Figura 35 – Visualização da Fronteira de Eficiência do Modelo SIMDEA - VRS_E_O_N - Primeira Avaliação

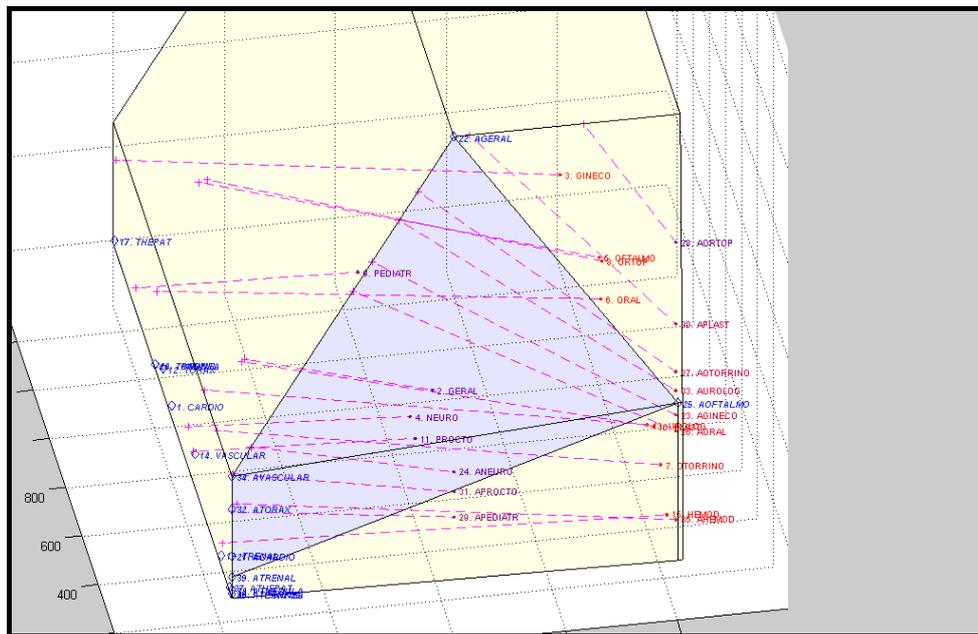


Figura 36 – Visualização (com zoom) da Fronteira de Eficiência do Modelo SIMDEA - VRS_E_O_N - Primeira Avaliação (Ângulo – 1)

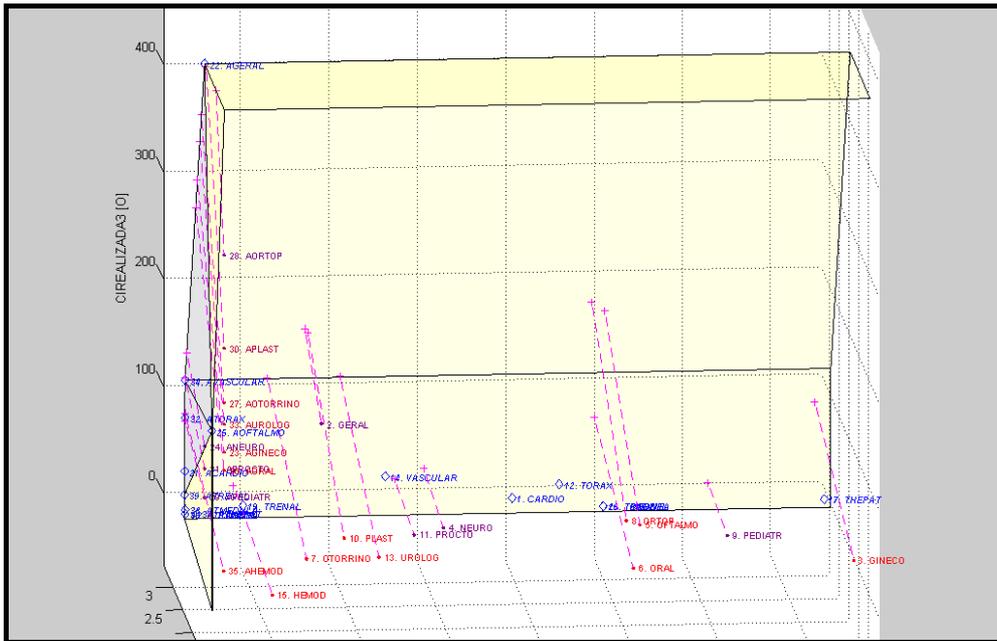


Figura 37 – Visualização (com zoom) da Fronteira de Eficiência do Modelo SIMDEA - VRS_E_O_N - Primeira Avaliação (Ângulo - 2)

SIMDEA1	FO	P(\$/H GERAL)	P(COMPLEX)	P(CIREALIZADA3)
*CARDIO	1	793,7	3	9,4
GERAL	0,703205	318,49	2,844123	177,6866
GINECO	0,333333	1478,16	3	93,9
NEURO	0,666667	594,1	3	38,4
OFTALMO	0,356409	994,66	2,805764	190,6517
ORAL	0,333333	979,54	3	83,1
OTORRINO	0,333538	240,81	2,998157	125,6228
ORTOP	0,360097	964,19	2,777033	200,3629
PEDIATR	0,666667	1236,09	3	20,4
PLAST	0,350044	326,04	2,856785	173,4068
PROCTO	0,666667	528,06	3	29,25
*TORAX	1	900,06	3	21,5
UROLOG	0,333802	404,51	2,995792	126,4224
*VASCULAR	1	506,88	3	31,75
HEMOD	0,333333	163,99	3	25,8
*TCORNEA	1	999,4	3	0,2
*THEPAT	1	1499,1	3	3
*TMEDULA	1	999,4	3	0,3
*TRENAL	1	185,46	3	6,85
*TPANPUL	1	999,4	3	0,35
*ACARDIO	1	53,74	3	40
*AGERAL	1	54,45	2	463
AGINECO	0,4223	54,47	2,367983	338,6216
ANEURO	0,686567	54,48	2,913043	154,3913
*AOFTALMO	1	27,16	1	163
AORAL	0,407375	54,5	2,454741	309,2974
AOTORRINO	0,462687	54,46	2,16129	408,4839
AORTOP	0,706263	54,5	1,415902	463
APEDIATR	0,666667	54,51	3	87
APLAST	0,518359	54,46	1,929167	463
APROCTO	0,66813	54,51	2,99343	127,2208
*ATORAX	1	54,5	3	90
AUROLOG	0,445127	54,46	2,246548	379,6667
*AVASCULAR	1	54,22	3	125
AHEMOD	0,336056	53,6	2,975691	95,2221
*ATCORNEA	1	54,51	3	1E-08
*ATHEPAT	1	81,77	3	1E-08
*ATMEDULA	1	54,43	3	4
*ATRENAL	1	53,19	3	18
*ATPANPUL	1	54,51	3	1E-08

Tabela 27 – Resultados da Projeção de Eficiência Radial do Modelo SIMDEA - VRS_E_O_N – Primeira Avaliação

Chamada(*): DMUs Consideradas Eficientes na Avaliação

SIMDEA1	FO	Lambda(1) CARDIO	Lambda(12) TORAX	Lambda(14) VASCULAR	Lambda(16) TCORNEA	Lambda(17) THEPAT	Lambda(18) TMEDULA	Lambda(19) TRENAL	Lambda(20) TPANPUL	Lambda(21) ACARDIO	Lambda(22) AGERAL	Lambda(25) AOFTALMO	Lambda(32) ATORAX	Lambda(34) AVASCULAR	Lambda(36) ATCORNEA	Lambda(37) ATHEPAT	Lambda(38) ATMEDULA	Lambda(39) ATRENAL	Lambda(40) ATPANPUL
*CARDIO	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GERAL	0,703205	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,155877	0	0	0,844123	0	0	0	0	0
GINECO	0,333333	0	0	0	0	0,254918	0	0	0	0	0	0	0	0,745082	0	0	0	0	0
NEURO	0,666667	0,730057	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,063013	0,206931	0	0	0	0	0
OFTALMO	0,356409	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,194236	0	0	0,805764	0	0	0	0	0
ORAL	0,333333	0	0	0	0	0,07931	0	0	0	0	0	0	0,92069	0	0	0	0	0	0
OTORRINO	0,333538	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,001843	0	0	0,998157	0	0	0	0	0
ORTOP	0,360097	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,222967	0	0	0,777033	0	0	0	0	0
PEDIATR	0,666667	0	0	0	0,106851	0,748073	0	0	0	0	0	0	0	0,145075	0	0	0	0	0
PLAST	0,350044	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,143215	0	0	0,856785	0	0	0	0	0
PROCTO	0,666667	0	0	0	0	0	0,501175	0	0	0	0	0	0,498825	0	0	0	0	0	0
*TORAX	1	0	0	0	0	0,117419	0	0	0,715403	0	0	0	0	0,167179	0	0	0	0	0
UROLOG	0,333802	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,004208	0	0	0,995792	0	0	0	0	0
*VASCULAR	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HEMOD	0,333333	0	0	0	0	0,006406	0	0,765396	0	0	0	0	0,228198	0	0	0	0	0	0
*TCORNEA	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
*THEPAT	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
*TMEDULA	1	0	0	0	0,997777	0,001454	0	0	0	0	0	0	0	0,000769	0	0	0	0	0
*TRENAL	1	0	0	0	0	0	0	0	0,139289	0,860711	0	0	0	0	0	0	0	0	0
*TPANPUL	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
*ACARDIO	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
*AGERAL	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
AGINECO	0,4223	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,632017	0	0	0,367983	0	0	0	0	0
ANEURO	0,686567	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,086957	0	0	0,913043	0	0	0	0	0
*AOFTALMO	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
AORAL	0,407375	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,545259	0	0	0,454741	0	0	0	0	0
AOTORRINO	0,462687	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,83871	0	0	0,16129	0	0	0	0	0

AORTOP	0,706263	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
APEDIATR	0,666667	1,31E-05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,966665	0	0	0	0	0	0,033322
APLAST	0,518359	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
APROCTO	0,66813	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00657	0	0	0,99343	0	0	0	0	0
*ATORAX	1	0	0	0	0	0,00033	0	0	0	0,41129	0	0	0	0,588379	0	0	0	0	0
AUROLOG	0,445127	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,753452	0	0	0,246548	0	0	0	0	0
*AVASCULAR	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
AHEMOD	0,336056	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,012155	0	0,70523	0	0	0	0,282615	0
*ATCORNEA	1	0	0	0	0,000814	0	0	0	0	0,999186	0	0	0	0	0	0	0	0	0
*ATHEPAT	1	0	0	0	0,029641	0	0	0	0	0,970359	0	0	0	0	0	0	0	0	0
*ATMEDULA	1	0	0	0	0	0	0	0,005238	0	0,994762	0	0	0	0	0	0	0	0	0
*ATRENAL	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
*ATPANPUL	1	0	0	0	0,000814	0	0	0	0	0,999186	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 28 – Conjuntos de Referência na Projeção de Eficiência Radial do Modelo SIMDEA - VRS_E_O_N – Primeira Avaliação
Chamada(*): DMUs Consideradas Eficientes na Avaliação

SIMDEA1	EFICIÊNCIA	V(\$/H GERAL)	U(CIREALIZADA3)	U(COMPLEX)
*CARDIO	1	0	0,333333	0
GERAL	0,703205	0	0,296752	0,000878
GINECO	0,333333	0	0,333333	0
NEURO	0,666667	0	0,333333	0
OFTALMO	0,356409	0	0,296752	0,000878
ORAL	0,333333	0	0,333333	0
OTORRINO	0,333538	0	0,296752	0,000878
ORTOP	0,360097	0	0,296752	0,000878
PEDIATR	0,666667	0	0,333333	0
PLAST	0,350044	0	0,296752	0,000878
PROCTO	0,666667	0	0,333333	0
*TORAX	1	0	0,333333	0
UROLOG	0,333802	0	0,296752	0,000878
*VASCULAR	1	0	0,333333	0
HEMOD	0,333333	0	0,333333	0
*TCORNEA	1	0	0,333333	0
*THEPAT	1	0	0,333333	0
*TMEDULA	1	0	0,333333	0
*TRENAL	1	0	0,333333	0
*TPANPUL	1	0	0,333333	0
*ACARDIO	1	0	0,333333	0
*AGERAL	1	0	0,296752	0,000878
AGINECO	0,4223	0	0,296752	0,000878
ANEURO	0,686567	0	0,296752	0,000878
*AOFTALMO	1	0,173026	2,482852	0,007463
AORAL	0,407375	0	0,296752	0,000878
AOTORRINO	0,462687	0	0,296752	0,000878
AORTOP	0,706263	0	0	0,00216
APEDIATR	0,666667	0	0,333333	0
APLAST	0,518359	0	0	0,00216
APROCTO	0,66813	0	0,296752	0,000878
*ATORAX	1	0	0,333333	0
AUROLOG	0,445127	0	0,296752	0,000878
*AVASCULAR	1	0	0,296752	0,000878
AHEMOD	0,336056	0,084189	1,154475	0,00081
*ATCORNEA	1	0	0,333333	0
*ATHEPAT	1	0	0,333333	0
*ATMEDULA	1	0	0,333333	0
*ATRENAL	1	0	0,333333	0
*ATPANPUL	1	0	0,333333	0

Tabela 29 – Valores dos Pesos Virtuais Atribuídos na Projeção de Eficiência Radial do Modelo SIMDEA - VRS_M_O_N – Primeira Avaliação
Chamada(*): DMUs Consideradas Eficientes na Avaliação

Observando-se a Tabela 29, verifica-se que as DMUs consideradas eficientes na avaliação receberam pesos nulos em relação à variável \$/H GERAL, com exceção da DMU AOFTALMO (17,30%); em relação à variável CIREALIZADA3, a média dos pesos foi em torno de 33%, já a variável COMPLEX recebeu pesos sempre inferiores a 1%. Note-se que o peso virtual representa a proporção de peso que cada DMU

atribuiu a cada *input* e *output* (somatório de entradas e saídas, em separado, igual a 100%) de modo a obter o maior *score* de eficiência possível; os valores nulos observados nos *inputs* e *outputs* para as DMUs não eficientes, mas que apresentaram altos *scores* de eficiência, deveriam ser cuidadosamente investigados através da existência ou não de folgas, uma vez que estas DMUs podem estar projetadas em uma região que não seja Pareto-Eficiente; esta análise de folgas não será realizada nesta Dissertação.

Verifica-se ainda, em relação à Tabela 29, que apenas 2 DMUs atribuíram pesos de entrada diferente de zero à variável \$/H GERAL (AOFTALMO e AHEMOD), e que apenas 2 DMUs atribuíram pesos nulos de saída ao número de cirurgias realizadas (CIREALIZADA3) – AORTOP e APLAST. Note-se também que todas as DMUs atribuíram peso de saída inferior a 1% à complexidade (COMPLEX). Acredita-se que as variáveis escolhidas para o modelo devam variar de acordo com o perfil de cada especialidade cirúrgica, e isso deve estar em mente na escolha dos valores para as restrições. Por exemplo, uma especialidade de alta complexidade atribuirá um peso maior em relação à variável COMPLEX, mas, se uma especialidade de baixa complexidade também o fizer, isto pode indicar que a sua produção está aquém daquela esperada para esta categoria de complexidade.

Para esta primeira avaliação, a Tabela 30 sintetiza a distância ente as diversas combinações das DMUs originais com as DMUs artificiais, visando obter-se um parâmetro de projeção para a variável CIREALIZADA3.

COMPARAÇÕES ENTRE AS PROJEÇÕES DE EFICIÊNCIA – PRIMEIRA AVALIAÇÃO – MODELO SIMDEA						
ESPECIALIDADES	CIREALIZADA3 DMUs ORIGINAIS (I)	P(CIREALIZADA3) DMUs ORIGINAIS (II)	P(CIREALIZADA3) DMUs ARTIFICIAIS (III)	DISTÂNCIA (IV = II - I)	DISTÂNCIA (V = III - II)	DISTÂNCIA (VI = III - I)
CARDIO	9,40	9,40	40,00	0,00	30,60	30,60
GERAL	124,95	177,69	463,00	52,74	285,31	338,05
GINECO	31,30	93,90	338,62	62,60	244,72	307,32
NEURO	25,60	38,40	154,39	12,80	115,99	128,79
OFTALMO	67,95	190,65	163,00	122,70	-27,65	95,05
ORAL	27,70	83,10	309,30	55,40	226,20	281,60
OTORRINO	41,90	125,62	408,48	83,72	282,86	366,58
ORTOP	72,15	200,36	463,00	128,21	262,64	390,85
PEDIATR	13,60	20,40	87,00	6,80	66,60	73,40
PLAST	60,70	173,41	463,00	112,71	289,59	402,30
PROCTO	19,50	29,25	127,22	9,75	97,97	107,72
TORAX	21,50	21,50	90,00	0,00	68,50	68,50
UROLOG	42,20	126,42	379,67	84,22	253,24	337,47
VASCULAR	31,75	31,75	125,00	0,00	93,25	93,25
HEMOD	8,60	25,80	95,22	17,20	69,42	86,62
TCORNEA	0,20	0,20	0,00	0,00	-0,20	-0,20
THEPAT	3,00	3,00	0,00	0,00	-3,00	-3,00
TMEDULA	0,30	0,30	4,00	0,00	3,70	3,70
TRENAL	6,85	6,85	18,00	0,00	11,15	11,15
TPANPUL	0,35	0,35	0,00	0,00	-0,35	-0,35
TOTAL	609,50	1358,35	3728,90	748,85	2370,55	3119,40

Tabela 30 – Resultados da Distância Calculada entre as DMUs Originais e as Artificiais – Primeira Avaliação

Através dos resultados da Tabela 30, considera-se que, assumidas as condições já estabelecidas, tem-se três proposições para esta primeira avaliação:

- que a distância medida ($IV = II - I$) a partir do número de cirurgias realizadas na projeção das DMUs originais (II), em relação ao número de cirurgias realizadas pelas DMUs originais (I), reflete a meta para que as demais DMUs sejam consideradas como eficientes, com um aumento de sugerido de aproximadamente 122,86% no número total de cirurgias realizadas;
- que a distância medida ($V = III - II$) a partir do número de cirurgias na projeção das DMUs artificiais (III), em relação ao número na projeção das DMUs originais (II), reflete a meta para que as demais DMUs sejam consideradas como eficientes, com um aumento sugerido de aproximadamente 388,93% no número total de cirurgias realizadas; e
- que a distância medida ($VI = III - I$) a partir do número de cirurgias na projeção das DMUs artificiais (III), em relação ao número de cirurgias realizadas pelas DMUs originais (I), reflete a meta para que as demais DMUs sejam consideradas como eficientes, com um aumento sugerido de aproximadamente 511,79% no número total de cirurgias realizadas.

Estas três assertivas fornecem indicadores, e a sua escolha e implementação depende de outros fatores que não são do conhecimento do Autor, sendo que a decisão finalística caberá sempre ao gestor.

Na Tabela 31, são apresentados os *scores* de eficiência e os pesos virtuais do modelo que contempla as variáveis com a fronteira dividida de acordo com a complexidade e a introdução das seguintes restrições impostas:

- Para o *input*, deve ter o peso de, no mínimo, 20% (\$/H GERAL); e
- Para os *outputs*, a variável COMPLEX teve seu peso delimitado no mínimo em 20%, e no máximo em 80%, para que as unidades também privilegiassem a produção propriamente dita; a variável CIREALIZADA3 teve seu peso delimitado em no mínimo 20%, e no máximo 80%, dada à vocação da maioria dessas unidades em atribuir pesos a esta variável.

SIMDEA1	FO	V(\$/H GERAL)	U(COMPLEX)	U(CIREALIZADA3)
CARDIO	0,020302	0	0	0,00216
GERAL	0,26987	0	0	0,00216
GINECO	0,067603	0	0	0,00216
NEURO	0,055292	0	0	0,00216
OFTALMO	0,14676	0	0	0,00216
ORAL	0,059827	0	0	0,00216
OTORRINO	0,090497	0	0	0,00216
ORTOP	0,155832	0	0	0,00216
PEDIATR	0,029374	0	0	0,00216
PLAST	0,131102	0	0	0,00216
PROCTO	0,042117	0	0	0,00216
TORAX	0,046436	0	0	0,00216
UROLOG	0,091145	0	0	0,00216
VASCULAR	0,068575	0	0	0,00216
HEMOD	0,018575	0	0	0,00216
TCORNEA	0,159828	0,007886	0,473149	0
THEPAT	0,008218	0,095186	0,380743	0,00739
TMEDULA	0,112548	0,014968	0,598713	0
TRENAL	0,033569	0,086712	0,151904	0,007382
TPANPUL	0,098046	0,020134	0,69031	0
ACARDIO	0,108285	0,081998	0,024599	0,007377
*AGERAL	1	0	0	0,00216
AGINECO	0,308962	0,081171	0,002271	0,007376
ANEURO	0,231538	0,081314	0,006137	0,007376
*AOFTALMO	1	0,081092	0,000124	0,007376
AORAL	0,272159	0,081182	0,002577	0,007376
AOTORRINO	0,408207	0	0	0,00216
AORTOP	0,706263	0	0	0,00216
APEDIATR	0,130805	0,081503	0,011242	0,007377
APLAST	0,518359	0	0	0,00216
APROCTO	0,186964	0,081371	0,007658	0,007376
ATORAX	0,202399	0,081489	0,010865	0,007377
AUROLOG	0,365076	0,081158	0,001921	0,007376
AVASCULAR	0,277091	0,081376	0,007812	0,007376
AHEMOD	0,073143	0,081464	0,010183	0,007377
*ATCORNEA	1	0	0,333333	0
*ATHEPAT	1	0	0,333333	0
ATMEDULA	0,297324	0,041391	0,124172	0
ATRENAL	0,087396	0,083139	0,055426	0,007378
*ATPANPUL	1	0	0,333333	0

Tabela 31 – Valores dos Pesos Virtuais Atribuídos na Projeção de Eficiência Radial do Modelo SIMDEA - VRS_M_O_N – Modelo com Restrições aos Pesos

Chamada(*): DMUs Consideradas Eficientes na Avaliação

Verifica-se que os resultados se alteraram e apenas 5 DMUs foram consideradas eficientes; antes, vale assinalar a utilidade da interpretação dos pesos virtuais como ferramenta para monitorização do desempenho destas especialidades cirúrgicas. Como o somatório dos *inputs* e também o dos *outputs* equivale a 100%, a análise da distribuição dos pesos para atingir a máxima eficiência nos permite acompanhar o comportamento da unidade. Dentro da lógica de Pareto-Koopmans, se

uma especialidade atribui um peso muito baixo a uma variável de entrada, isso significa que ela, em comparação as outras, é deficiente nessa variável. Da mesma forma, se a especialidade atribui um peso muito baixo a uma variável de saída, isso significa que ela, em comparação as outras, é deficiente nessa variável.

Para os *outputs*, se compararmos as Tabelas 29 e 31, pode-se verificar que todo o peso antes livremente atribuído à produção da especialidade, precisou agora ser distribuído também para a complexidade da variável de produção, a partir do momento em que foi incluída a restrição que exige um mínimo de aproveitamento do centro cirúrgico. Essa exigência teve um impacto negativo na eficiência de algumas especialidades, mostrando que o aproveitamento dessas DMUs está abaixo do encontrado nas outras especialidades.

Para a segunda avaliação, sem a visualização das fronteiras de eficiência, excluídas as DMUs GERAL e ORTOP, seus resultados estão sintetizados nas Tabelas 32, 33 e 34.

SIMDEA1	FO	P(MEDICOS)	P(\$/H GERAL)	P(COMPLEX)	P(CIREALIZADA3)
CARDIO	0,999991	8	793,7	3,000026	9,400081
GINECO	0,333332	12	1478,16	3,000015	93,90046
NEURO	0,666664	9	594,1	3,000013	38,40016
OFTALMO	0,421679	14	994,66	2,371472	161,1415
ORAL	0,333332	8	979,54	3,00001	83,10027
OTORRINO	0,334117	5	240,81	2,99296	125,405
PEDIATR	0,666661	6	1236,09	3,000026	20,40018
PLAST	0,39731	8	326,04	2,516923	152,7772
PROCTO	0,666664	6	528,06	3,000011	29,25011
TORAX	0,99999	9	900,06	3,000029	21,50021
UROLOG	0,335126	10	404,51	2,983955	125,9229
VASCULAR	0,999994	8	506,88	3,000017	31,75018
HEMOD	0,333333	2	163,99	3,000002	25,80002
TCORNEA	0,999989	2	999,4	3,000032	0,200002
THEPAT	0,999984	3	1499,1	3,000047	3,000047
TMEDULA	0,666662	2	999,4	3,000021	0,450003
TRENAL	0,999998	2	185,46	3,000007	6,850017
TPANPUL	0,999989	2	999,4	3,000032	0,350004
ACARDIO	1	2	53,74	3,000001	40,00001
AGINECO	0,67395	2	54,47	1,483791	212,182
ANEURO	0,742857	2	54,48	2,692308	142,6923
*AOFTALMO	1	1	27,16	1	163
AORAL	0,616807	2	54,5	1,621253	204,2779
AOTORRINO	0,828571	2	54,46	1,206897	228,1034
APEDIATR	0,666666	2	54,51	3,000001	87,00002
*APLAST	1	2	54,46	1	240
APROCTO	0,672269	2	54,51	2,975	126,4375
ATORAX	1	2	54,5	3,000001	90,00003
AUROLOG	0,761345	2	54,46	1,313466	221,9757
*AVASCULAR	1	2	54,22	3	125
AHEMOD	0,336056	2	53,6	2,975691	95,2221
ATCORNEA	0,999999	2	54,51	3,000004	1E-08
ATHEPAT	0,999998	3	81,77	3,000005	1E-08
ATMEDULA	0,666666	2	54,43	3,000002	6,000005
*ATRENAL	1	2	53,19	3	18
ATPANPUL	0,666666	2	54,51	3,000003	1,5E-08

Tabela 32 – Resultados da Projeção de Eficiência Radial do Modelo SIMDEA - VRS_E_O_N – Segunda Avaliação

* DMUs Consideradas Eficientes na Avaliação

SIMDEA1	FO	Lambda(22) (AOFTALMO)	Lambda(26) (APLAST)	Lambda(30) (AVASCULAR)	Lambda(35) (ATRENAL)
CARDIO	0,999991	0	0	1	0
GINECO	0,333332	0	0	1	0
NEURO	0,666664	0	0	1	0
OFTALMO	0,421679	0	0,314269	0,685731	0
ORAL	0,333332	0	0	1	0
OTORRINO	0,334117	0	0,003521	0,996479	0
PEDIATR	0,666661	0	0	1	0
PLAST	0,39731	0	0,24154	0,75846	0
PROCTO	0,666664	0	0	1	0
TORAX	0,99999	0	0	1	0
UROLOG	0,335126	0	0,008024	0,991976	0
VASCULAR	0,999994	0	0	1	0
HEMOD	0,333333	0	0	1	0
TCORNEA	0,999989	0	0	1	0
THEPAT	0,999984	0	0	1	0
TMEDULA	0,666662	0	0	1	0
TRENAL	0,999998	0	0	1	0
TPANPUL	0,999989	0	0	1	0
ACARDIO	1	0	0	0,533981	0,466019
AGINECO	0,67395	0	0,758105	0,241895	0
ANEURO	0,742857	0	0,153846	0,846154	0
*AOFTALMO	1	1	0	0	0
AORAL	0,616807	0	0,689373	0,310627	0
AOTORRINO	0,828571	0	0,896552	0,103448	0
APEDIATR	0,666666	0	0	1	0
*APLAST	1	0	1	0	0
APROCTO	0,672269	0	0,0125	0,9875	0
ATORAX	1	0	0	1	0
AUROLOG	0,761345	0	0,843267	0,156733	0
*AVASCULAR	1	0	0	1	0
AHEMOD	0,336056	0,012155	0	0,70523	0,282615
ATCORNEA	0,999999	0	0	1	0
ATHEPAT	0,999998	0	0	1	0
ATMEDULA	0,666666	0	0	1	0
*ATRENAL	1	0	0	0	1
ATPANPUL	0,666666	0	0	1	0

Tabela 33 – Conjuntos de Referência na Projeção de Eficiência Radial do Modelo SIMDEA - VRS_E_O_N
– Segunda Avaliação

Chamada(*): DMUs Consideradas Eficientes na Avaliação

SIMDEA1	Eficiencia	V(MEDICOS)	V(\$/H GERAL)	U(COMPLEX)	U(CIREALIZADA3)
CARDIO	0,999991	1E-08	0	0,333333	1E-08
GINECO	0,333332	0	3,33E-09	0,333333	0
NEURO	0,666664	6,67E-09	6,67E-09	0,333333	0
OFTALMO	0,421679	4,22E-09	0	0,193277	0,003361
ORAL	0,333332	0	3,33E-09	0,333333	3,33E-09
OTORRINO	0,334117	0	0	0,193277	0,003361
PEDIATR	0,666661	0	0	0,333333	0
PLAST	0,39731	3,97E-09	3,97E-09	0,193277	0,003361
PROCTO	0,666664	0	6,67E-09	0,333333	0
TORAX	0,99999	1E-08	0	0,333333	1E-08
UROLOG	0,335126	0	0	0,193277	0,003361
VASCULAR	0,999994	0	0	0,333333	1E-08
HEMOD	0,333333	3,33E-09	3,33E-09	0,333333	0
TCORNEA	0,999989	1E-08	1E-08	0,333333	0
THEPAT	0,999984	0	0	0,333333	1E-08
TMEDULA	0,666662	6,67E-09	6,67E-09	0,333333	0
TRENAL	0,999998	0	0	0,333333	0
TPANPUL	0,999989	0,000105	0	0,333403	1E-08
ACARDIO	1	0	1,04E-06	0,333352	1E-08
AGINECO	0,67395	6,74E-09	0	0,193277	0,003361
ANEURO	0,742857	7,43E-09	0	0,193277	0,003361
*AOFTALMO	1	0,536585	1,54E-08	0,400697	0,006969
AORAL	0,616807	6,17E-09	6,17E-09	0,193277	0,003361
AOTORRINO	0,828571	8,29E-09	0	0,193277	0,003361
APEDIATR	0,666666	6,67E-09	6,67E-09	0,333333	6,67E-09
*APLAST	1	1E-08	1E-08	0,193277	0,003361
APROCTO	0,672269	6,72E-09	0	0,193277	0,003361
ATORAX	1	1E-08	0	0,333333	0
AUROLOG	0,761345	7,61E-09	7,61E-09	0,193277	0,003361
*AVASCULAR	1	0	0	0,333333	0
AHEMOD	0,336056	0	0,084189	1,154475	0,00081
ATCORNEA	0,999999	1E-08	1E-08	0,333333	1E-08
ATHEPAT	0,999998	1E-08	1E-08	0,333333	1E-08
ATMEDULA	0,666666	0	6,67E-09	0,333333	6,67E-09
*ATRENAL	1	1E-08	1,04E-06	0,333352	0
ATPANPUL	0,666666	6,67E-09	6,67E-09	0,333333	0

Tabela 34 – Valores dos Pesos Virtuais Atribuídos na Projeção de Eficiência Radial do Modelo SIMDEA - VRS_M_O_N – Segunda Avaliação

Chamada(*): DMUs Consideradas Eficientes na Avaliação

Observando-se a Tabela 34, verifica-se que as DMUs consideradas eficientes na avaliação receberam pesos virtuais:

- medianos em relação à variável COMPLEX (entre 19 e 26%) e altos em relação à variável CIREALIZADA3 (entre 70 e 80%), para as DMUs artificiais AOFTALMO e APLAST; e
- altos em relação à variável COMPLEX (100%) e nulos em relação à variável CIREALIZADA3 (0%), para as DMUs artificiais AVASCULAR e ATRENAL.

Para esta segunda avaliação a Tabela 35 sintetiza a distância ente as diversas combinações das DMUs originais com as DMUs artificiais, visando obter-se um parâmetro de projeção para a variável CIREALIZADA3.

COMPARAÇÕES ENTRE AS PROJEÇÕES DE EFICIÊNCIA – SEGUNDA AVALIAÇÃO – MODELO SIMDEA						
ESPECIALIDADES	CIREALIZADA3 DMUs ORIGINAIS (I)	P(CIREALIZADA3) DMUs ORIGINAIS (II)	P(CIREALIZADA3) DMUs ARTIFICIAIS (III)	DISTÂNCIA (IV = II – I)	DISTÂNCIA (V = III – II)	DISTÂNCIA (VI = III – I)
CARDIO	9,4	9,40	40,00	0,00	30,60	30,60
GINECO	31,3	93,90	212,18	62,60	118,28	180,88
NEURO	25,6	38,40	142,69	12,80	104,29	117,09
OFTALMO	67,95	161,14	163,00	93,19	1,86	95,05
ORAL	27,7	83,10	204,28	55,40	121,18	176,58
OTORRINO	41,9	125,41	228,10	83,51	102,70	186,20
PEDIATR	13,6	20,40	87,00	6,80	66,60	73,40
PLAST	60,7	152,78	240,00	92,08	87,22	179,30
PROCTO	19,5	29,25	126,44	9,75	97,19	106,94
TORAX	21,5	21,50	90,00	0,00	68,50	68,50
UROLOG	42,2	125,92	221,98	83,72	96,05	179,78
VASCULAR	31,75	31,75	125,00	0,00	93,25	93,25
HEMOD	8,6	25,80	95,22	17,20	69,42	86,62
TCORNEA	0,2	0,20	0,00	0,00	-0,20	-0,20
THEPAT	3	3,00	0,00	0,00	-3,00	-3,00
TMEDULA	0,3	0,45	6,00	0,15	5,55	5,70
TRENAL	6,85	6,85	18,00	0,00	11,15	11,15
TPANPUL	0,35	0,35	0,00	0,00	-0,35	-0,35
TOTAL	412,40	929,60	1999,89	517,20	1070,29	1587,49

Tabela 35 – Resultados da Distância Calculada entre as DMUs Originais e as Artificiais – Terceira Avaliação

Como resultado inicial observa-se que, de acordo com a Tabela 35, apesar da exclusão da DMU AGERAL, anteriormente considerada como eficiente, adicionalmente nesta terceira avaliação a DMU APLAST passou a ser considerada eficiente; em um segundo momento, através dos resultados da Tabela 35, considera-se que, assumidas as condições já estabelecidas, tem-se três proposições para esta segunda avaliação:

- que a distância medida ($IV = II - I$) a partir do número de cirurgias realizadas na projeção das DMUs originais (II), em relação ao número de cirurgias realizadas pelas DMUs originais (I), reflete a meta para que as demais DMUs sejam consideradas como eficientes, com um aumento de sugerido de aproximadamente 125,41% no número total de cirurgias realizadas;
- que a distância medida ($V = III - II$) a partir do número de cirurgias na projeção das DMUs artificiais (III), em relação ao número na projeção das DMUs originais (II), reflete a meta para que as demais DMUs sejam

consideradas como eficientes, com um aumento sugerido de aproximadamente 259,52% no número total de cirurgias realizadas; e

- que a distância medida ($VI = III - I$) a partir do número de cirurgias na projeção das DMUs artificiais (III), em relação ao número de cirurgias realizadas pelas DMUs originais (I), reflete a meta para que as demais DMUs sejam consideradas como eficientes, com um aumento sugerido de aproximadamente 384,93% no número total de cirurgias realizadas.

Da mesma forma, estas três assertivas fornecem indicadores, mais flexíveis do que os fornecidos pelas avaliações anteriores, dada à exclusão das DMUs sugeridas pela estatística, e a sua escolha e a conseqüente implementação destas metas depende de outros fatores que não são do conhecimento do Autor, lembrando que a decisão finalística caberá sempre ao gestor.