

ELCIO DOUGLAS JOAQUIM

**ANÁLISE DE UM NOVO CENTRO CIRÚRGICO
PARA O HOSPITAL UNIVERSITÁRIO CAJURU:
ESTUDO DE CASO BASEADO EM SIMULAÇÃO
COMPUTACIONAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção e Sistemas da Pontifícia Universidade Católica do Paraná como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas.

CURITIBA

2005

ELCIO DOUGLAS JOAQUIM

**ANÁLISE DE UM NOVO CENTRO CIRÚRGICO
PARA O HOSPITAL UNIVERSITÁRIO CAJURU:
ESTUDO DE CASO BASEADO EM SIMULAÇÃO
COMPUTACIONAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção e Sistemas da Pontifícia Universidade Católica do Paraná como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas.

Área de Concentração: Gerência de Produção e Logística

Orientador: Prof. Guilherme Ernani Vieira, PhD

CURITIBA

2005

Para minha esposa, que sempre acreditou
em mim na realização deste trabalho,
pelo incentivo nas horas que mais precisei
e, principalmente, pelo amor e dedicação.
E para minhas filhas, que superaram minha
ausência de muitas horas.

Agradecimentos

Ao Professor PhD Guilherme Ernani Vieira pela orientação, paciência e amizade, que foram fundamentais para a realização deste trabalho.

Aos meus pais que me possibilitaram chegar até aqui.

Ao meu sogro e minha sogra que muito me incentivaram e torceram pelo meu sucesso.

Aos meus familiares que estiveram sempre presentes em minha jornada.

À equipe do Centro Cirúrgico do Hospital Universitário Cajuru que forneceram todo apoio necessário e imprescindível para que esse trabalho fosse realizado.

Sumário

Agradecimentos	i
Sumário.....	ii
Lista de Figuras.....	v
Lista de Tabelas	vii
Lista de Abreviaturas	viii
Resumo	ix
Abstract.....	x
1. Introdução	1
1.1. Desafio	2
1.2. Motivação	4
1.3. Proposta	6
1.4. Contribuição	7
1.5. Metodologia do trabalho.....	8
1.6. Estrutura do trabalho	12
2. Referencial teórico.....	14
2.1. Processos hospitalares	15
2.2. Um pouco sobre centro cirúrgico	21
2.2.1. Estrutura física.....	22
2.2.2. Estrutura operacional.....	23
2.3. Modelagem e simulação computacional.....	24
2.3.1. Projeto de simulação computacional	26
2.3.2. Aplicação da simulação computacional no contexto hospitalar	29
2.3.3. Simulação computacional aplicada a centros cirúrgicos	32
2.4. Análise estatística associada à simulação computacional	34
2.4.1. Intervalo de confiança.....	34
2.4.2. Identificação da distribuição teórica de probabilidades.....	37
3. Modelo atual do CCHUC	39
3.1. O cenário atual do CCHUC	39

3.1.1. Agendamento	40
3.1.2. Programação	43
3.1.3. Pré-operatório	44
3.1.4. Trans-operatório	46
3.1.5. Pós-operatório.....	48
3.1.6. Encaminhamento	49
3.2. Formulação e análise do problema	50
3.3. Planejamento do projeto	51
3.4. Formulação do modelo conceitual.....	52
3.5. Coleta de macro-informações e dados	55
3.6. Análise estatística dos dados coletados	57
3.7. Tradução do modelo	61
3.8. Verificação e validação.....	64
3.9. Aumentando a demanda no cenário atual	72
4. Modelos propostos.....	76
4.1. Cenário proposto I	76
4.1.1. Formulação e análise do problema	77
4.1.2. Formulação do modelo conceitual.....	77
4.1.3. Tradução do modelo: transformando o conceitual em computacional	78
4.1.4. Projeto experimental e experimentação.....	79
4.1.5. Interpretação e análise estatística dos resultados	80
4.2. Cenário proposto II	83
4.2.1. Formulação e análise do problema	83
4.2.2. Formulação do modelo conceitual e tradução do modelo	83
4.2.3. Projeto experimental e experimentação.....	84
4.2.4. Interpretação e análise estatística dos resultados	84
4.3. Comparação e identificação das melhores alternativas	87
4.3.1. Cenário atual <i>versus</i> cenário proposto I.....	88
4.3.2. Cenário atual <i>versus</i> cenário proposto II	92
4.3.3. Cenário proposto I <i>versus</i> cenário proposto II.....	96
5. Conclusão	100

Referências Bibliográficas.....	106
---------------------------------	-----

Lista de Figuras

Figura 1.1	Etapas do estudo de caso	11
Figura 1.2	Representação esquemática de um modelo de simulação	11
Figura 1.3	Passos em um estudo envolvendo modelagem e simulação	12
Figura 2.1	Funções básicas em uma instituição hospitalar	16
Figura 2.2	O hospital visto como processo	18
Figura 2.3	Intervalo de tempo de chegada de pacientes – exemplo	36
Figura 3.1	Variáveis de entrada e saída do processo	40
Figura 3.2	Processo de agendamento	42
Figura 3.3	Processo de programação	43
Figura 3.4	Processo pré-operatório	45
Figura 3.5	Processo trans-operatório	46
Figura 3.6	Processo pós-operatório	49
Figura 3.7	Processo de encaminhamento	50
Figura 3.8	Modelo conceitual	53
Figura 3.9	Fluxo de atendimento na sala operatória	55
Figura 3.10	Intervalo de tempo de chegada de pacientes	58
Figura 3.11	Tempo médio de uso de sala	61
Figura 3.12	Quantidade de cirurgias realizadas	66
Figura 3.13	Quantidade de cirurgias realizadas por especialidade	67
Figura 3.14	Tempo de ocupação de sala por especialidade médica	68
Figura 3.15	Taxa de ocupação das salas de cirurgias do HUC	70
Figura 3.16	Taxa de ocupação das salas do CC	71
Figura 3.17	Taxa de ocupação do CCHUC	72
Figura 3.18	Taxa de ocupação atual das salas do CC	73
Figura 3.19	Taxa de ocupação das salas do CC – $\delta = 0,5$	74
Figura 3.20	Tempo de espera – cenário atual	75
Figura 4.1	Fluxo do cenário proposto I	78
Figura 4.2	Taxa média de ocupação de sala – cenário proposto I	81
Figura 4.3	Tempos de espera para a liberação de sala – cenário proposto I .	81
Figura 4.4	Quantidade de cirurgias realizadas – cenário proposto I	82
Figura 4.5	Taxa de ocupação de sala de cirurgia – cenário proposto II	85
Figura 4.6	Tempo de espera para a liberação de sala – cenário proposto II .	86
Figura 4.7	Quantidade de cirurgias realizadas – cenário proposto II	87
Figura 4.8	Tempos de espera – cenário atual e cenário proposto I	89
Figura 4.9	Taxa de ocupação das salas de cirurgia – cenário atual e I	90

Figura 4.10	Tempo de ocupação de sala – cenário atual e proposto I	91
Figura 4.11	Tempos de espera – Cenário atual e cenário proposto II	93
Figura 4.12	Taxa de ocupação das salas – cenário atual e proposto II	94
Figura 4.13	Ocupação de sala por especialidade – cenário atual e II	95
Figura 4.14	Tempos de espera – cenário proposto I e II	97
Figura 4.15	Ocupação das salas de cirurgia – cenário proposto I e II	97
Figura 4.16	Ocupação de sala por especialidade – cenário proposto I e II	98

Lista de Tabelas

Tabela 2.1	Áreas mais citadas para utilização de simulação	30
Tabela 2.2	Tempo de intervalo de chegada de pacientes – exemplo	36
Tabela 3.1	Horários de chegada de pacientes no centro cirúrgico	58
Tabela 3.2	Tempo de intervalo de chegada de pacientes	58
Tabela 3.3	Tempo médio de uso de sala	60
Tabela 3.4	Distribuição de cirurgias por especialidade	62
Tabela 3.5	Expressões utilizadas nas atividades	63
Tabela 3.6	Quantidade de cirurgias realizadas	66
Tabela 3.7	Quantidade de cirurgias realizadas por especialidade	67
Tabela 3.8	Tempo de ocupação de sala por especialidade médica	68
Tabela 3.9	Taxa de ocupação das salas de cirurgias do HUC	69
Tabela 3.10	Taxa de ocupação do CC	71
Tabela 3.11	Tempo de espera – cenário atual	75
Tabela 4.1	Taxa média de ocupação de sala – cenário proposto I	80
Tabela 4.2	Tempos de espera para a liberação de sala – cenário proposto I .	80
Tabela 4.3	Quantidade de cirurgias realizadas – cenário proposto I	82
Tabela 4.4	Taxa de ocupação de sala de cirurgia – cenário proposto II	85
Tabela 4.5	Tempo de espera para a liberação de sala – cenário proposto II .	85
Tabela 4.6	Quantidade de cirurgias realizadas – cenário proposto II	86
Tabela 4.7	Tempos de espera – cenário atual e proposto I	89
Tabela 4.8	Taxa de ocupação das salas – cenário atual e proposto I	90
Tabela 4.9	Tempo de ocupação de sala – cenário atual e proposto I	90
Tabela 4.10	Tempos de espera – Cenário atual e cenário proposto II	92
Tabela 4.11	Taxa de ocupação das salas – cenário atual e proposto II	93
Tabela 4.12	Ocupação de sala por especialidade – cenário atual e II	94
Tabela 4.13	Tempos de espera – cenário proposto I e II	96
Tabela 4.14	Ocupação das salas de cirurgia – cenário proposto I e II	97
Tabela 4.15	Ocupação de sala por especialidade – cenário proposto I e II	98

Lista de Abreviaturas

BETA	Distribuição contínua Beta
CC	Centro Cirúrgico
CCHUC	Centro Cirúrgico do Hospital Universitário Cajuru
ERLA	Distribuição contínua Erlang
EXPO	Distribuição contínua Exponencial
GAMM	Distribuição contínua Gama
HUC	Hospital Universitário Cajuru
IID	Amostra de dados Independente e Identicamente Distribuída
K-S	Teste Kolmogorov-Smirnov
LOGN	Distribuição contínua Lognormal
Min	Minutos
NORM	Distribuição contínua Normal
PA	Pronto Atendimento
PS	Pronto Socorro
RPA	Recuperação Pós-Anestésica
RPAI	Recuperação Pós-Anestésica Imediata
SADT	Serviço de Auxílio ao Diagnóstico e Tratamento
SUS	Sistema Único de Saúde
TRIA	Distribuição contínua Triangular
UNIF	Distribuição contínua Uniforme
UTI	Unidade de Tratamento Intensivo
WEIB	Distribuição contínua Weibull

Resumo

O cenário econômico do mundo atual tende a exigir das empresas um trabalho constante de aprimoramento de seu processo produtivo. Os hospitais não devem ficar à margem desse cenário, sob pena de não conseguirem manter sua sobrevivência. Os processos hospitalares necessitam, assim como em qualquer outro tipo de empresa, de aperfeiçoamento para que se mostrem mais eficientes. A presente dissertação apresenta um estudo de caso realizado no Centro Cirúrgico do Hospital Universitário Cajuru, com a proposta de se utilizar simulação computacional como uma ferramenta que permita maior segurança na tomada de decisões que visem melhoria nos processos de atendimento. Utilizando-se do software Arena versão 6.0, como ferramenta de simulação, modelou-se o atual cenário do fluxo de atividades nas salas de cirurgia, e dele derivaram-se dois outros modelos: o cenário proposto I, que representa a alteração do fluxo de atividades na sala de cirurgia, e o cenário proposto II, que representa a ampliação do número de salas de cirurgias, mantendo-se o atual fluxo de atividades. A análise dos cenários modelados demonstra que as modificações propostas são alternativas viáveis para: reduzir a taxa de ocupação do centro cirúrgico, reduzir o tempo de ocupação das salas de cirurgias e, conseqüentemente, aumentar a capacidade de atendimento do centro cirúrgico.

Palavras-chave: Processos Hospitalares; Centro Cirúrgico; Simulação Computacional.

Abstract

Nowadays the economic scenery of the world makes companies and people to always have to learn and study in order to maintain their positions on the market. The hospitals are the kind of companies that have to be looking at new technologies to survive on their area of work. As all the companies, the hospital procedures must be all new and adapted to the changes that the people need. This Dissertation presents a Study of a Case at Surgery Center at Hospital Universitario Cajuru, with the purpose of make them become more modern using a computer as an instrument to help the workers and the users to have a better service for the community. This Study presents a simulation of how the service can be better, here you can see the real model and from this one you can see two other models that show the alternatives for the Hospital in a project inside the institution, and using this they can attend more people and in a better way that they have now. The Surgery Center can have more patients and can have a better service, with means a more productive environment and more satisfaction to the clients and to the doctors. Using the Software Arena version 6.0, as a simulation tool, there is a new scenery at the surgery room, and besides that there is a new activity model. From these there are 2 models : the scenery proposed number 1, which represents a new activity model for the surgery room, and the scenery proposed number 2, which represents a new model where there are more surgery rooms, keeping the same activity level. The analysis of the new scenery models shows that the proposed changings are alternatives that are accessible: in order to decrease the occupation at the surgery center, decrease the time being used inside the surgery center and then increase the capacity to attend more people inside the surgery center of the hospital.

Keywords: Surgery Center; Operating Room; Computer Simulation

1. Introdução

Com o crescente aumento da concorrência no mercado brasileiro, as empresas cada vez mais têm buscado ferramentas que possibilitem a melhoria da qualidade dos seus serviços, visando se enquadrarem nos requisitos de competitividade atualmente exigidos pelo mercado.

Pouco espaço existe para que empresas familiares, ou que não sejam planejadas e organizadas, possam expandir seus negócios e cumprir seu papel na sociedade como geradores de empregos. Muito menos propiciar retorno ao investimento feito por seus proprietários ou fundadores.

Os hospitais também estão inseridos nesse contexto. Mesmo esses tipos de instituição, que em sua maioria são filantrópicos, estão em busca de alternativas que possam otimizar seus processos, de modo que possa prestar um atendimento de boa qualidade, sem necessariamente efetuarem altos investimentos. Principalmente no Brasil, onde se tem uma saúde pública que não possui recursos suficientes para investir.

Um dos primeiros passos, para que se consiga otimizar os poucos recursos existentes, seria a re-organização da estrutura funcional. Em sua maioria, as instituições hospitalares estão organizadas em uma estrutura piramidal. Desmantelar este tipo de estrutura para encaminhar a organização para uma estrutura matricial é um grande desafio.

De acordo com Gonçalves (2001), é possível atenuar as dificuldades geradas pelos vícios encontrados em uma estrutura piramidal através da utilização de estruturas funcionais mais adequadas, que estejam de acordo com a visão de que o hospital deva ser considerado, em sua estrutura e funcionamento, como uma empresa dedicada a um campo específico de atuação.

A gestão de um hospital, apesar do apelo humanitário ali inserido, pode e deve ser administrado como uma empresa que tem que apresentar resultados econômicos. Mesmo considerando uma instituição filantrópica, ou seja, que não deve apresentar lucros, existe a necessidade de investimentos bastante elevados em tecnologias que permitem um melhor preparo para um atendimento de qualidade. A utilização eficaz e eficiente dos recursos existentes deve ser perseguida sob pena de que a instituição não consiga sobreviver.

Como mencionado por Ribeiro (1993), a exigência de se ter uma administração profissional em uma organização hospitalar não é somente em decorrência da complexidade do seu modelo de atendimento, mas também à existência de problemas gerenciais e financeiros como em qualquer atividade empresarial. A eficiência e a qualidade assistencial dependem da qualificação técnica da instituição e também da capacidade de gestão dos processos de apoio, onde estão inseridos os problemas gerenciais e financeiros.

Reside aí o auxílio que as ferramentas de gestão podem trazer. Minimizar custos, sem prejudicar a produção, é a meta que se busca atingir com o uso das metodologias e técnicas de gestão modernas.

Nesse aspecto a Engenharia de Produção pode auxiliar de maneira importante a otimização da cadeia produtiva de um hospital, pois para se aplicar técnicas de gestão, voltadas ao planejamento estratégico, é importante que a empresa, neste caso o hospital, esteja com seus processos otimizados e bem estruturados.

De acordo com Borba (1998a), a produtividade na área de saúde tem sido estudada por vários autores em todo o mundo, muitas vezes fazendo uso de ferramentas da engenharia de produção e/ou de administração empresarial, para alcançar as melhorias desejadas. Pode-se citar estudos que reportam a utilização de tais ferramentas em hospitais de Porto Alegre, como o estudo realizado nos hospitais de Fêmina, Clínicas e Ernesto Dornelles por Borba (1998b).

1.1. Desafio

O Centro Cirúrgico (CC) é um dos órgãos mais complexos da estrutura hospitalar. Esta complexidade é justificada, em parte, pelo seu alto custo de implantação e manutenção, bem como por ser um setor que atende a um processo altamente crítico, devido ao alto risco existente em sua utilização.

Efetuar alterações no processo produtivo de um Centro Cirúrgico apresenta grandes dificuldades. As pessoas envolvidas no processo tendem a oferecer grande resistência às mudanças, devido à preocupação com o bem estar do paciente. Qualquer alteração proposta deve ser muito bem estudada, pois se trata de um processo que trabalha com a vida de pessoas. Não se pode tratá-lo como um processo produtivo qualquer. A simples menção de se efetuar uma

análise do processo visando redução de custos gera grande desconfiança. Não é raro ocorrer que medidas que visam a redução de custos estejam acompanhadas de uma piora na qualidade do processo, o que implica que medidas nesse sentido somente serão bem aceitas se previamente houver a possibilidade de se comprovar sua eficiência, sem que exista um risco elevado na execução de uma etapa como piloto.

O desafio deste trabalho consistirá em construir uma ferramenta que possibilite definir alternativas de estrutura que possam contribuir com o projeto do novo Centro Cirúrgico para o Hospital Universitário Cajuru. Atendendo os anseios de eficiência e eficácia necessários à qualidade e otimização de custos, sem deteriorar, ou quem sabe até aumentar, a qualidade dos serviços prestados à sociedade.

A estrutura de um CC diz respeito principalmente à definição de quantidade de salas cirúrgicas, composição das equipes de apoio, fluxo do paciente dentro do CC, número de leitos necessários às salas de apoio à cirurgia e equipamentos necessários à sua utilização.

A demanda estimada é estabelecida pela quantidade de pacientes com necessidade de cirurgia a serem atendidos pelo hospital, de acordo com o histórico existente na instituição. A partir dessa demanda é definida a dimensão do CC necessário. Também deve ser considerado como requisito para atendimento da demanda, a quantidade de leitos hospitalares e a quantidade de leitos de UTI (Unidade de Tratamento Intensivo) existentes, pois são necessários para atender a recuperação do paciente após a sua saída do CC.

O presente trabalho pretende efetuar um estudo sobre o fluxo do paciente dentro do CC, buscando identificar possíveis gargalos ou deficiências e, conseqüentemente, efetuar alterações nesse fluxo para que se possa obter um aumento na capacidade de atendimento de pacientes, sem prejudicar a sua qualidade.

Fundamentadas na teoria a ser abordada e na de mostrar o elo de ligação existente entre esta e o problema proposto para estudo, foram formuladas duas perguntas de pesquisa:

- **A Simulação Computacional permite representar o modelo do processo utilizado em um centro cirúrgico?**
- **A Simulação Computacional permitirá o estudo de alternativas de cenário para a implantação de melhorias no fluxo de atendimento de um centro cirúrgico?**

As análises, objetivando encontrar as respostas às questões formuladas, serão efetuadas considerando os resultados obtidos através de simulação computacional nos experimentos realizados com os seguintes indicadores de desempenho:

- Taxa de ocupação das salas de cirurgias: definida pelo valor percentual de tempo médio em que as salas de cirurgias permanecem ocupadas no período de tempo considerado.
- Tempo de ocupação de sala de cirurgia: tempo computado desde que o paciente ocupa a sala de cirurgia até o momento em que é efetuada a limpeza da sala e, conseqüentemente, a sua liberação para a execução de outro procedimento cirúrgico.
- Quantidade de cirurgias realizadas: quantidade de cirurgias realizadas por tipo (emergência ou eletiva) e quantidade de cirurgias realizadas por especialidade.
- Tempo de espera: Tempo que o paciente espera até que uma sala de cirurgia seja desocupada para que se possa realizar o procedimento cirúrgico.

Para cada cenário estudado, o cenário atual do CCHUC e os cenários propostos, serão obtidos os valores para esses indicadores de desempenho para que se possa avaliar qual cenário apresenta a alternativa mais adequada às necessidades da instituição.

1.2. Motivação

Hospital define-se como sendo parte integrante de uma organização médica e social, cuja função básica consiste em proporcionar assistência médica integral, curativa e preventiva à população, sob quaisquer regimes de atendimento, inclusive o domiciliar. Para Witiuk (1998) o hospital deve ser encarado sob a forma de uma instituição dotada de tarefas, estrutura, pessoas, tecnologia e organização adequadas à recepção de pacientes em regime de internação, a fim de devolvê-los à comunidade em condições satisfatórias de saúde.

O hospital tem como propósito receber o corpo humano quando, por alguma razão, tornou-se doente ou ferido, e cuidar dele de modo a restaurá-lo ao normal, ou tão próximo quanto possível ao normal.

Segundo Ribeiro (1993), “o hospital, seja ele público ou privado, representa a emergência de interesses submersos da produção industrial na saúde”. Entretanto, o que a sociedade percebe como resultado importante é o cuidado com o enfermo. Se for considerado que muitos males poderiam ser preventivamente evitados, tais como: acidentes de trânsito, verminoses, desnutrição e outros causados pela deficiência de serviços básicos de saneamento e educação, a redução de custo para a sociedade seria muito maior se fossem aplicados investimentos mais eficientes no tratamento da saúde preventiva. Independente das causas uma vez existindo a doença, ela deve ser tratada para que haja a cura do paciente.

Ribeiro (1993), diz que: “o instrumento de trabalho, por excelência, da medicina desenvolvida no modo capitalista de produção, que expressa de forma particular clara as suas funções sociais e a posição que seus agentes ocupam na estrutura social, é o hospital”. A importância dada à organização hospitalar se deve à concentração de instrumentos especializados de trabalho ali existente. Ou seja, a premissa é a de que o hospital forneça ao paciente o tratamento curativo e à sociedade a produção com a qualidade e na escala que ela necessita. Portanto, além da qualidade que deve ser oferecida ao indivíduo, deve-se pretender que a produção para a sociedade seja eficiente e eficaz.

Uma das etapas mais críticas no processo de atendimento de um paciente hospitalizado é a passagem pela sala de cirurgia. Por mais simples que seja o procedimento, sempre será uma intervenção que apresenta riscos para ele. Por isso mesmo, é uma atividade que recebe bastante atenção pelos profissionais que ali atuam.

Essa constatação, no entanto, não deve ser obstáculo para que se trate o Centro Cirúrgico como um processo produtivo semelhante ao processo de uma empresa qualquer. Nele pode-se observar os mesmos fatores abordados pela gestão da produção no que se refere ao controle de qualidade e gestão de custos.

A globalização não se ateve apenas ao setor industrial. A prestação de serviços também foi afetada. A tecnologia e a informação estão presentes e são disseminadas de uma forma extremamente rápida e não se permite mais que um hospital fique alheio a esses fatores.

De acordo com Tubino (2000), as empresas de serviços, assim como as de bens, não terão oportunidades em um cenário globalizado, onde a produção em massa, baseada na economia de escala, não é mais válida, sem que haja uma adaptação nos processos produtivos para

que eles sejam melhorados continuamente. O cliente necessita de produtos personalizados que atendam seus anseios e não mais produtos massificados. Isso implica em que o planejamento, a programação e o controle dos sistemas produtivos passaram a ter uma função primordial para que o processo possua a flexibilidade necessária para atender as novas expectativas.

O Centro Cirúrgico trabalha com a vida, porém isso não é obstáculo para que se faça uma análise do seu processo sob a visão da Engenharia da Produção. Se for vislumbrado que o *input* é o paciente doente e o *output* é o paciente curado, tem-se nesse meio um processo de transformação que deve ser eficiente e eficaz, ou seja, deve ser rápido sem prejudicar a qualidade, com o menor custo possível, para que a instituição seja competitiva e consiga manter-se atuante em seu propósito de cura.

Além disso, a instituição deve estar preparada para atender ao crescente aumento na demanda por serviços de saúde, o que implica em um aumento na quantidade de procedimentos cirúrgicos. Esse aumento de demanda é inevitável, tendo-se em vista que é proporcional ao aumento da população. Então, há necessidade de que o CC seja estruturado e dimensionado de forma que possa vir a atender o aumento de demanda esperada por cirurgias nos próximos anos, mantendo ou melhorando a qualidade do atendimento.

1.3. Proposta

A presente pesquisa pretende apresentar recomendações decorrentes das análises que possibilitem a viabilização de um novo modelo organizacional para o fluxo do paciente no Centro Cirúrgico do Hospital Universitário Cajuru, baseado em Simulação Computacional.

A expectativa é a de que seja criado um modelo que represente o atual cenário e, a partir deste, sejam efetuadas modificações que permitam o estudo de vários cenários alternativos que serão testados utilizando-se de ferramentas de simulação baseada em computador. Esse artifício deverá possibilitar a definição do cenário que apresente os melhores resultados no que se refere à quantidade de salas de cirurgia e otimização do fluxo de atendimento dentro do CC. Considerando otimização a verificação da melhor seqüência de etapas das atividades realizadas com o paciente, bem como o atendimento da demanda atual e sua projeção de cresci-

mento, com o menor custo para a instituição, sem desrespeitar as normas vigentes e permitindo uma melhora no nível de qualidade do serviço prestado.

Para atingir as metas propostas, este trabalho deverá considerar os seguintes objetivos específicos:

- Analisar o cenário atual do Centro Cirúrgico do Hospital Universitário Cajuru e propor melhorias nas etapas.
- Criar um sistema computacional que permita efetuar simulações antes da implantação de alterações no fluxo dentro do sistema do CC.
- Fornecer subsídios para a tomada de decisão com o intuito de otimizar os investimentos financeiros.
- Permitir que o modelo criado seja estendido a outras instituições que possuam as mesmas características que o Hospital Universitário Cajuru.

1.4. Contribuição

O presente trabalho apresenta um estudo de caso utilizando simulação computacional baseado no Centro Cirúrgico do Hospital Universitário Cajuru. Nele será modelado o cenário atual e a partir de sua validação serão apresentadas variações que permitam analisar as alterações propostas para o Centro Cirúrgico do HUC e, utilizando-se da mesma técnica, a derivação para outras instituições hospitalares que possuam características semelhantes.

Características semelhantes dizem respeito à existência de uma unidade de atendimento de emergências e urgências médicas. Ou seja, o hospital deverá possuir um Pronto Socorro (PS), que está voltado ao atendimento de emergências, como acidentes com traumas graves, e/ou unidade de Pronto Atendimento (PA), que está voltado ao atendimento de urgências, como pequenos acidentes e “mal-estares”, que não implicam em risco de morte iminente. O hospital considerado também deverá utilizar sua unidade cirúrgica para a execução de cirurgias eletivas, ou seja, que são agendadas com antecedência, não caracterizando procedimentos de emergência.

Como contribuição, o presente estudo pretende definir qual a configuração ótima para o funcionamento de um CC a partir de um determinado objetivo de produção e qualidade de prestação de serviço.

De acordo com Prado (1999a), um sistema que possui uma configuração ótima, ou otimizado, é aquele que possui um funcionamento eficiente e com um custo adequado, de forma que os usuários fiquem satisfeitos com o serviço oferecido. Ressalta, também, que um sistema que tenha um dimensionamento adequado diz-se que esse sistema está balanceado.

O uso da simulação computacional permitirá a identificação de problemas com o cenário real e analisar oportunidades de melhorias para a construção de um novo CC, sem a interferência no modelo atual. Dessa forma poderá ser analisado o impacto de decisões futuras sobre o sistema.

1.5. Metodologia do trabalho

Nachmias (1992), descreve projeto de pesquisa como um plano que “conduz o pesquisador através do processo de coletar, analisar e interpretar observações. É um modelo lógico de provas que lhe permite fazer inferências relativas às relações causais entre as variáveis sob investigação. O projeto de pesquisa também define o domínio da generalização, isto é, se as interpretações obtidas podem ser generalizadas a uma população maior ou a situações diferentes”.

Segundo Gil (1991), os procedimentos técnicos (estratégia) utilizados em uma metodologia de pesquisa científica podem ser divididos em:

- Pesquisa bibliográfica.
- Pesquisa documental.
- Pesquisa experimental.
- Levantamento.
- Estudo de caso.
- Pesquisa-ação.

- Pesquisa participante.

O estudo de caso é evidenciado quando se seleciona um objeto de pesquisa restrito, com o objetivo de aprofundar-lhe os aspectos característicos, cujo objeto pode ser qualquer fato ou fenômeno individual, ou um de seus aspectos (Santos, 1999).

Segundo Yin (2001), o estudo de caso se mostra como uma metodologia adequada ao se examinarem acontecimentos contemporâneos. É uma estratégia que utiliza muita das técnicas de pesquisas históricas, mas contempla também a observação direta e série sistemática de entrevistas.

Considerando que o presente trabalho apresenta como objeto de estudo o Centro Cirúrgico do Hospital Universitário Cajuru, ou seja, é um objeto de pesquisa restrito, o estudo de caso se mostra como uma metodologia indicada.

Segundo Berko e Nakano (1998), o primeiro passo para se projetar uma pesquisa é determinar o seu propósito. Destaca então, quatro propósitos básicos: exploratório, descritivo, explanatório e preditivo.

- A pesquisa exploratória envolve uma tentativa de determinar se um fenômeno existe ou não. É utilizada para responder perguntas do tipo “o fato ‘X’ acontece?”, “o que acontece se ‘X’ acontece?”.
- A pesquisa descritiva envolve o exame de um fenômeno para defini-lo mais acuradamente ou diferenciá-lo de outros. A intenção é captar ou “capturar” a essência do fenômeno no momento da coleta de dados, mas essa essência pode mudar com o passar do tempo.
- A pesquisa explanatória examina a relação de causa e efeito entre dois ou mais fenômenos. É usada para determinar se uma explicação é válida ou se uma entre várias explicações é mais válida.
- A pesquisa preditiva procura identificar relações que permitam especular sobre um fenômeno partindo do conhecimento de um ou mais autores.

O presente trabalho está orientado por uma questão central que é: “As alterações previstas no projeto do novo CCHUC podem tornar o processo produtivo do centro cirúrgico mais eficaz?”

De acordo com Yin(2001), esse tipo de questão é um fundamento lógico justificável para se conduzir um estudo exploratório. No entanto, poderia ser utilizada qualquer uma das estratégias de pesquisa, como por exemplo, um levantamento exploratório ou um estudo de caso exploratório. Para caracterizar efetivamente um estudo de caso será necessário que não sejam apresentados apenas o resultado alcançado pelo CCHUC, o que caracterizaria um levantamento exploratório, mas também sejam respondidas as questões que dizem respeito a como e porque as atividades são executadas no CC.

Considerando como etapa inicial a formulação do conjunto de questões a serem respondidas e como etapa final o conjunto de conclusões resultante dessas questões. Entre elas podem-se encontrar várias etapas principais, incluindo a coleta e análise de dados. A Figura 1.1 apresenta as etapas a serem seguidas em um estudo de caso.

Dentre as etapas apresentadas na Figura 1.1, é importante destacar a etapa de análise na qual, segundo Yin (2001), devem ser utilizadas técnicas analíticas que visam preparar o fundamento para a realização do estudo de caso. Uma das estratégias que ele destaca é a utilização de “modelos lógicos de programas”. O presente trabalho, utilizará modelagem e simulação computacional com o intuito de atender a essa etapa do trabalho e poder apresentar uma projeção estatística das melhores alternativas para o atendimento das alterações projetadas para serem executadas.

Segundo Freitas Filho (2001), a modelagem pressupõe um processo de criação e descrição. Na maioria das vezes, nesse processo, serão realizadas algumas simplificações sobre a organização e o funcionamento do sistema. Usualmente, a descrição toma a forma de relações matemáticas ou lógicas que irão constituir o modelo. O modelo será utilizado para a realização da experimentação, muitas vezes em procedimentos de tentativa e erro, com o intuito de analisar as alternativas que apresentem os melhores resultados. A Figura 1.2 apresenta um exemplo de representação esquemática de um modelo de simulação.

Kelton *et al.* (2004), define algumas etapas a serem seguidas para obtenção de sucesso em um estudo utilizando simulação computacional. Freitas Filho (2001) apresenta um desdobramento das etapas definidas por Kelton e as agrupa em quatro etapas principais: Etapa de planejamento, etapa de modelagem, etapa de experimentação e tomada de decisão e conclusão do projeto. Essas etapas principais e seus desdobramentos são apresentados na Figura 1.3.

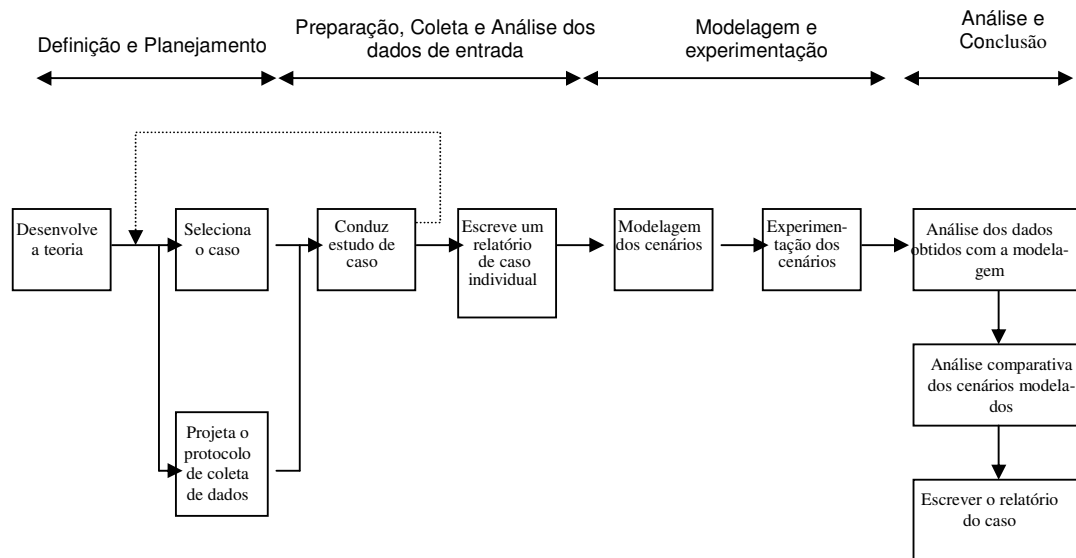


Figura 1.1: Etapas do estudo de caso (Baseado em Yin, 2001)

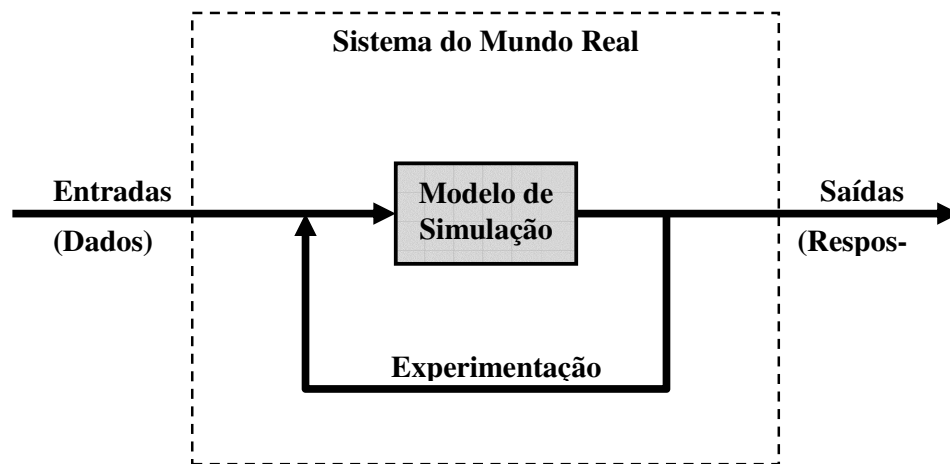


Figura 1.2: Representação esquemática de um modelo de simulação (Baseado em Freitas Filho, 2001)

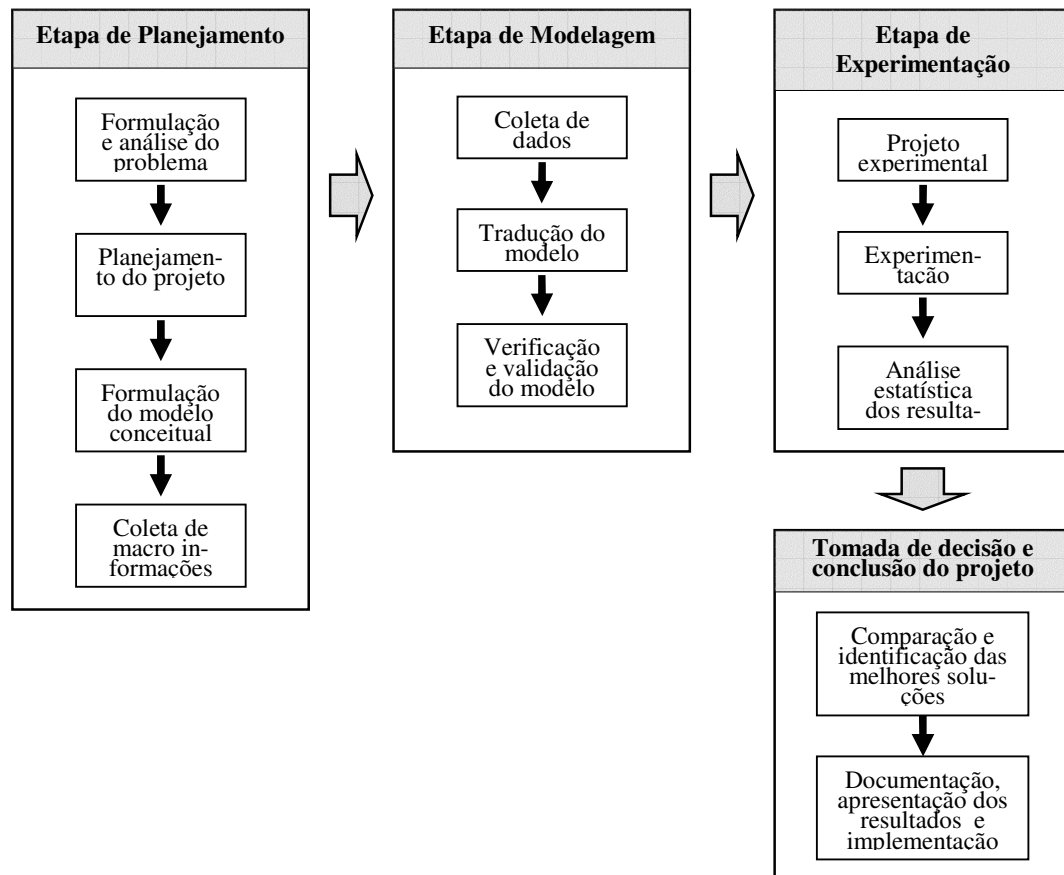


Figura 1.3: Passos em um estudo envolvendo modelagem e simulação (Baseado em Freitas Filho, 2001)

1.6. Estrutura do trabalho

Este trabalho é apresentado conforme a sistematização a seguir:

Capítulo 1 – Introdução: contém a formulação do problema abordado, as questões chaves a serem respondidas pelo presente estudo e um resumo das metodologias de estudo de caso e de simulação computacional, com as justificativas que levaram à indicação das mesmas.

Capítulo 2 – Referencial teórico: contempla a revisão bibliográfica onde são apresentados os assuntos pertinentes ao escopo do trabalho. Tais como: processos hospitalares, centro cirúrgico, modelagem e simulação computacional e análise estatísticas associadas à simulação.

Capítulo 3 – Modelo atual do CCHUC: apresenta a execução das etapas utilizadas na construção do modelo de simulação computacional que representa o cenário real do CCHUC, de acordo com a metodologia encontrada em Freitas Filho (2001). Também é apresentada a validação do modelo computacional criado que representa a realidade atual encontrada e são apresentados os resultados de experimentos visando comprovar que o atual modelo do CCHUC não comporta um aumento significativo na demanda por cirurgias.

Capítulo 4 – Modelos propostos: Apresenta o estudo efetuado com duas opções de cenários propostos para definição de um novo CC para o HUC. São apresentados os resultados obtidos com o Cenário Proposto I, onde é apresentado um modelo onde são efetuadas alterações no fluxo das atividades do CC, e o Cenário Proposto II, onde são apresentadas alterações na quantidade de salas de cirurgias. Ainda nesse capítulo é verificado se os modelos sugeridos possuem maior eficiência no atendimento do aumento esperado da demanda.

Capítulo 5 – Conclusão: apresenta as conclusões do presente estudo.

2. Referencial teórico

De acordo com Barros e Sena (1998), nas últimas décadas tem se percebido que a sociedade tem canalizado cada vez mais recursos para a área de saúde. Isso se deve, entre outros fatores, ao aumento da expectativa de vida da população, ao desenvolvimento científico e tecnológico, à crescente especialização dos profissionais de saúde, ao aumento do nível educacional da população com a conseqüente conscientização de seus direitos e a maior oferta de cuidados hospitalares, traduzidos em maior número de leitos hospitalares.

Em Brito (2003), são citados os mesmos fatores que Barros e Sena (1998) constataram como motivo do constante aumento dos custos no trato da saúde. Considerando que o trabalho de Barros e Sena foi efetuado em Portugal e que o texto de Brito foi produzido considerando o cenário brasileiro, pode-se verificar que a preocupação com os gastos nos serviços de saúde não é privilégio nacional. Constantemente na mídia podem-se observar notícias que relatam a preocupação dos governos dos países europeus, onde a população idosa é maioria, com o aumento dos custos relacionados à saúde. O desenvolvimento científico e tecnológico tem auxiliado no aumento da expectativa de vida do cidadão, porém tem encarecido os procedimentos realizados.

O trabalho realizado por Barros e Sena (1998), constatou que as ampliações na infraestrutura de atendimento dos hospitais, efetuadas com o objetivo de atender o então crescente aumento de demanda apresentou um aumento de custo desproporcional ao aumento do volume de atendimento. Ou seja, não se conseguiu obter economia de escala na prestação dos serviços.

Abel-Smith (1996), afirma que não é possível obter economia de escala quando os hospitais funcionam com uma taxa de ocupação inferior a 70% e sugere que, nestes casos, a solução viável, embora sendo politicamente impopular, é fechar parte do hospital.

Longe de significar um desestímulo em investir na infra-estrutura de saúde, os trabalhos citados vem a reforçar a necessidade de que os investimentos realizados sejam acompanhados de técnica e método, fazendo uso de ferramentas que possam avaliar com eficiência o retorno eficaz dos recursos aplicados.

De acordo com Spagnol e Ferraz (2002), as organizações hospitalares, de um modo geral, estão buscando novas concepções gerenciais a fim de se tornarem mais leves e ágeis, buscando agilizar os processos de trabalho, otimizar recursos e qualificar os serviços.

Dessa forma, é importante que ocorra o investimento na pesquisa de novas ferramentas, ou na adaptação das já conhecidas, que venham a auxiliar no correto dimensionamento de infra-estrutura de atendimento hospitalar, no que diz respeito à tamanho de equipes, quantidade de leitos, instalações, equipamentos e materiais destinados a funcionamento da instituição.

2.1. Processos hospitalares

Os processos existentes em uma instituição hospitalar não diferem dos processos encontrados em qualquer tipo de empresa, obviamente, respeitando-se algumas particularidades inerentes aos tipos de atividades ali existentes. Não é privilégio das organizações hospitalares possuírem particularidades. O ramo de negócio no qual a empresa atua implicará em aspectos particulares, que irão refletir em seus processos e estes, por sua vez, afetarão sua estrutura organizacional. Diante disso, as técnicas de gestão deverão considerar tais aspectos.

Tortato (1999) considera essas particularidades como um dos aspectos a serem considerados dentro da aprendizagem organizacional. Segundo ele, o conhecimento e as informações gerados dentro das organizações, devem ser valorizados. A capacidade criadora das pessoas irá refletir em soluções que atenderão às necessidades particulares de cada organização e as técnicas de gestão deverão possibilitar o aproveitamento desse conhecimento, o que auxiliará na geração de vantagem competitiva permanente para a instituição.

Em uma instituição hospitalar, por se tratar de uma organização prestadora de serviços, a importância das pessoas agentes dos processos é primordial. Por maior que seja o aparato tecnológico atualmente existente, as pessoas ainda possuem um papel muito importante no processo de atendimento ao cliente.

Segundo Farias (2002), as funções básicas existentes em uma instituição hospitalar são: apoio administrativo e gerencial e serviços médicos (Figura 2.1). A função de serviços médicos, por sua vez, é desdobrada em outras três funções: diagnóstico, tratamento e internação. Dessas funções, o autor deriva os macro-processos existentes em um hospital, considerando, ainda, sua classificação em processos finais e processo intermediários.



Figura 2.1: Funções básicas em uma instituição hospitalar (Baseado em Farias, 20002)

Como processos finais, têm-se o diagnóstico e o tratamento, considerados como aqueles relacionados aos objetivos e metas fins de uma organização hospitalar. É importante realçar que estes dois processos não caracterizam uma instituição hospitalar. O diagnóstico e o tratamento são atribuições exercidas especificamente por um médico e, antes que os hospitais se consolidassem como uma necessidade para a sociedade, estas atividades eram exercidas em consultórios ou em atendimentos domiciliares.

Somente com o avanço da medicina e a incorporação de novas tecnologias que passaram a auxiliar no diagnóstico e tratamento de doenças é que surgiram os hospitais. Com a descoberta da anestesia em 1846 e com a descoberta de que os procedimentos cirúrgicos necessitavam de ambientes limpos e esterilizados, é que se passou a tratar o paciente não mais em casa, mas em ambientes previamente preparados.

A internação e o apoio administrativo e gerencial são classificados por Farias (2002) como processos intermediários, já que são necessários à consecução dos objetivos e metas. Pode-se afirmar que o processo de internação é que foi o responsável pelo surgimento dos hospitais, ou seja, os hospitais não foram criados para que pacientes fossem internados, mas criados devido a que determinados tratamentos exigiam uma assistência maior, porém com menor custo do que um tratamento domiciliar.

De acordo com Jacobi (1996), os serviços hospitalares podem ser definidos como “um conjunto de processos voltados para o restabelecimento e manutenção da saúde de pessoas enfermas”. As atividades de apoio, como em qualquer outro processo produtivo, consomem

uma boa parte dos recursos destinados ao funcionamento de um hospital. Diante disso, torna-se fator importante para a organização atuar no sentido de racionalizar os recursos utilizados e otimizar a eficiência dos processos, mesmo os de apoio. Jacobi ainda ressalta sua importância no contexto brasileiro, onde o sistema público de saúde “sofre de uma ineficiência administrativa crônica” e que, apesar dessa deficiência, o aumento da conscientização dos usuários tem gerado uma demanda por serviços de melhor qualidade, o que tem forçado as instituições hospitalares a utilizarem novas técnicas e metodologias com o intuito de auxiliar na gestão hospitalar.

O processo de apoio administrativo e gerencial surgiu da necessidade de se manter um ambiente que precisa de suporte de logística e de pessoas qualificadas. Não sendo mais suficientes apenas os conhecimentos de medicina e enfermagem para administrar a instituição. Para Farias (2002) este processo deve ser detalhado em:

- Receita, própria ou por transferência (execução da receita, conforme a contabilidade pública).
- Recursos humanos.
- Compras e serviços.
- Obras e serviços de engenharia.
- Contratos, convênios e correlatos.
- Pagamento de despesas.
- Gestão patrimonial.
- Gestão de estoques.
- Execução orçamentária (execução do programa de trabalho).
- Gestão do processo médico.

Calvo (2002) modela o hospital de acordo com o fluxo interno do paciente. As atividades do hospital são agrupadas em atividades médico-assistenciais e atividades administrativas. A interação dessas atividades é que vai proporcionar o atendimento do paciente, objetivando a sua saída do hospital.

A Figura 2.2 apresenta o modelo de acordo com Calvo (2002), e nela pode-se verificar a complexidade existente na estrutura de atendimento hospitalar. Essa complexidade é ampliada quando se constata a diversidade de ações desenvolvidas pelo médico, como consultas, solicitação e avaliação de exames, realização de pequenos procedimentos ambulatoriais, internações e cirurgias. Some-se a essa diversidade, as várias especialidades médicas e a infraestrutura necessária para suprir essas necessidades. Isso leva a que seja comum que se procure resumir o hospital, ou tratá-lo por partes.

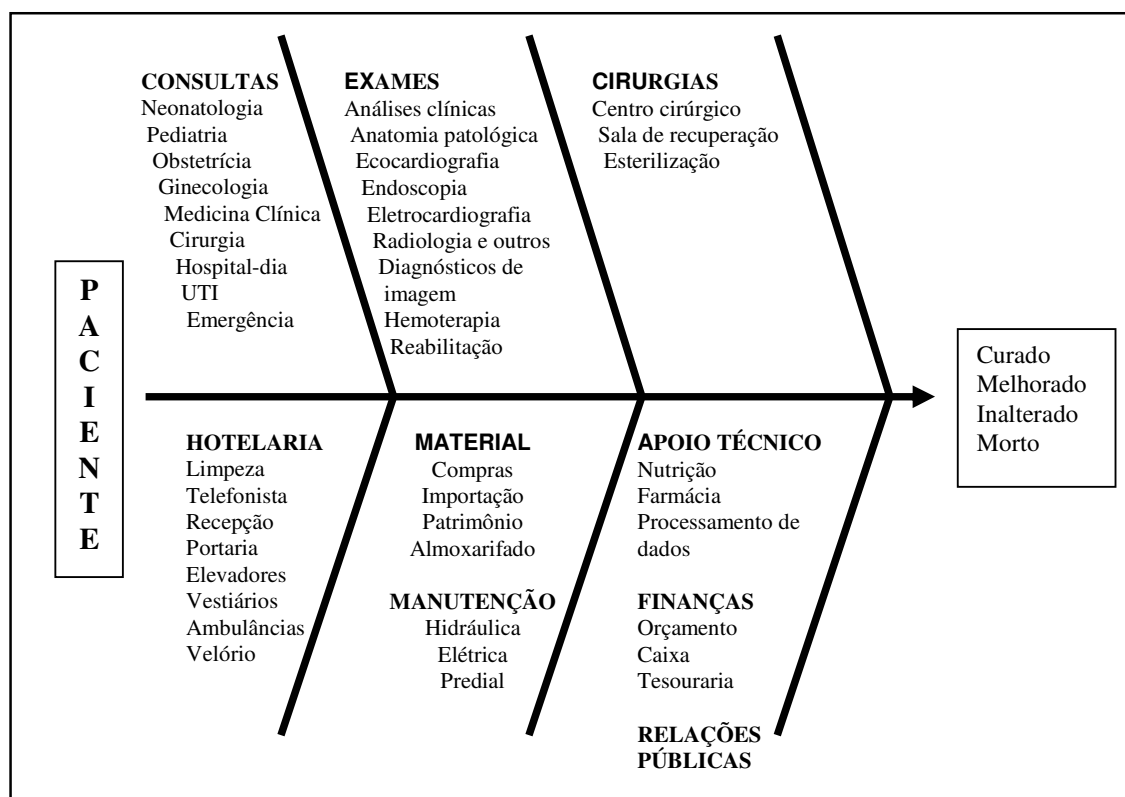


Figura 2.2: O hospital visto como processo (baseado em Calvo, 2002)

Os processos intermediários, por muito tempo, foram relegados a um segundo plano. O objetivo de um hospital sempre foi buscar a cura do paciente. Portanto, as atividades administrativas não recebiam a devida importância.

Historicamente os hospitais foram organizados em estruturas piramidais, com alta burocratização e com o poder centralizado no profissional médico.

De acordo com Brito (2003), mudanças importantes nas organizações têm acontecido em decorrência das transformações globais ocorridas nas últimas décadas. Essas mudanças passaram a exigir novas habilidades dos trabalhadores e a sua adaptação aos novos processos criados como resposta à necessidade do surgimento de novos valores, atitudes e comportamentos visando um melhor atendimento ao cliente.

Como transformações globais pode-se destacar o acelerado desenvolvimento tecnológico - principalmente na área de diagnóstico e tratamento - e o aumento da complexidade dos casos atendidos. Esses dois fatores somados vêm provocando um aumento no custo do diagnóstico e tratamento das doenças. Atualmente os exames de alto custo identificam doenças que outrora nem ao menos eram percebidas ou sua existência desconhecida. As especialidades médicas exigem cada vez um maior número de profissionais envolvidos no processo de cura. A tecnologia está cada vez mais presente, sem, no entanto, significar diminuição nos custos hospitalares.

Ainda segundo Brito (2003), o hospital se reveste de grande complexidade. Para ele a complexidade é justificada pelos seguintes fatores:

- Aparato tecnológico necessário.
- À diversidade de profissionais que integram as equipes.
- Às relações estabelecidas no cotidiano de trabalho.
- À necessidade de atendimento personalizado ao cliente.
- Alto grau de diferenciação interna, inviabilizando a padronização excessiva de procedimentos.
- Grande número de profissionais, de diferentes categorias e níveis de formação, em trabalho contínuo, nas 24 horas, em vários serviços.

Esses fatores provocaram, então, um aumento considerável na complexidade da gestão hospitalar. A pressão exercida pelos problemas financeiros na área administrativa está exigindo que sejam alocados profissionais capacitados no processo de apoio administrativo e gerencial, sob pena de não garantir a sobrevivência das instituições.

De acordo com Bittar (1997), o hospital é uma instituição onde atividades intelectuais são mescladas com ciência e tecnologia de procedimentos utilizados diretamente em seres

humanos, com componentes sociais, culturais e educacionais, interferindo na estrutura, no processo e nos resultados.

Para Gonçalves (1987), o hospital, para exercer suas atividades, depende da divisão de trabalho entre seus integrantes e de uma estrutura organizacional complexa, composta por departamentos, equipes, cargos e posições, mas que depende, também, de um elaborado sistema de coordenação de tarefas e funções.

Dessa forma ficam implícitas duas considerações: a complexidade da estrutura hospitalar e a forte influência que existe por parte dos profissionais da instituição nessa estrutura.

Azevedo (1995), considera comum existirem duas estruturas hierárquicas paralelas: uma composta pelos profissionais da saúde, mais democrática e com decisões tomadas de baixo para cima; e outra com tomada de decisões de cima para baixo, composta pelos profissionais da área de apoio administrativo.

Antunes e Costa (2003), apresentam uma metodologia para o dimensionamento do quadro de enfermagem em um hospital universitário. A metodologia proposta leva em consideração:

- O cuidado progressivo exigido pelo paciente. Baseado em uma pesquisa, realizada no próprio hospital, foi elaborada uma Tabela que leva em conta o número de horas por dia que o paciente exige a atenção do enfermeiro.
- Índice de Segurança Técnica. É um percentual a ser acrescido na quantidade de pessoal, que tem a finalidade de cobrir todo tipo de ausência de pessoal, tais como: folgas, férias, licenças, etc.

O cálculo de Antunes e Costa (2003), foi comparado com uma pesquisa realizada com os chefes de enfermagem, onde era questionado se o número de enfermeiros e técnicos de enfermagem existente era suficiente. De acordo com a pesquisa, o número de enfermeiros não era suficiente para o atendimento o que foi também constatado com o uso da metodologia proposta.

O hospital, devido à natureza de suas atividades, deve atender a uma grande quantidade de normas. Através das normas emitidas pelo governo ou entidades de classe, define-se o número mínimo de pessoal que devem ser observados para cada setor do hospital. Por conse-

quência, existem poucos trabalhos que sugerem técnicas que possam auxiliar no dimensionamento de infra-estrutura nas organizações hospitalares.

Nesse contexto, abre-se a perspectiva de que técnicas, historicamente utilizadas em outros tipos de negócio, possam ser adaptadas para que auxiliem na otimização dos processos de gestão hospitalar. Isso deve ocorrer antes de se pensar em modelos estratégicos e é nesse aspecto que surge a oportunidade para a Engenharia de Produção, que é a ciência que está mais capacitada a criar ferramentas que possam auxiliar nessa etapa.

O CC é um dos setores que compõe o processo de tratamento e é o setor mais diretamente afetado pela pesquisa médica e desenvolvimento de novas tecnologias. Portanto, o objetivo deste trabalho é criar uma ferramenta que possa auxiliar na melhoria da gestão dessa etapa complexa e importante do tratamento dos clientes.

2.2. Um pouco sobre centro cirúrgico

O centro cirúrgico é a unidade hospitalar onde são realizadas operações cirúrgicas e que requer suporte adequado, tanto da equipe de profissionais, como dos aspectos técnico-administrativos, tais como estrutura física (*layout*), equipamentos, regimento, normas e rotinas, visando a prevenção e controle de riscos.

De acordo com Gheller *et al.* (1993), em um CC são realizados procedimentos invazivos, o que faz com que o CC seja considerado como “uma unidade de alerta máximo, haja vista a necessidade contínua de prevenção e controle dos riscos associados, a condição que determinou a intervenção cirúrgica, a condição do cliente na internação, a própria tecnologia de intervenção e a capacidade instalada da unidade com destaque especial para as condições de trabalho e o preparo dos recursos humanos”.

A instituição deve possuir constante preocupação em garantir que os profissionais que ali trabalham, mantenham-se atualizados em relação ao conhecimento técnico-científico desenvolvido, permitindo, assim, que se possa prestar assistência adequada. Não somente no que se refere a novas tecnologias voltadas aos procedimentos cirúrgicos, mas também no que toca a oferecer conforto ao cliente e à equipe de trabalho.

Para efeito de organização, um CC é caracterizado por dois componentes principais: estrutura física e estrutura operacional.

2.2.1. Estrutura física

Na sua estrutura são considerados os equipamentos e as instalações. Os equipamentos, por sua vez, são separados em equipamentos fixos e equipamentos móveis. Os equipamentos compõem um aspecto bastante importante no que diz respeito às especialidades que uma sala de cirurgia poderá atender.

Em relação às instalações, ele é dividido em: centro cirúrgico, propriamente dito; sala de recuperação pós-anestésica (RPA) ou sala de recuperação pós-anestésica imediata (RPAI); e central de material e esterilização.

O centro cirúrgico referido nesta pesquisa é composto pelas salas de cirurgias, lavabos, vestiários, salas de raios X, sala para depósito, etc. Ou seja, são as instalações que interagem diretamente com o procedimento cirúrgico.

A sala de recuperação pós-anestésica é o ambiente para onde o paciente é levado imediatamente após a conclusão da intervenção cirúrgica. Nesse local ele ficará em observação até que volte a si e não tenha mais riscos de que ocorram complicações decorrentes da anestesia. Segundo Ghellere (1993), “é uma unidade pós-anestésica onde o paciente é observado intensivamente até que as possibilidades de desenvolvimento de asfixia, choque ou outras complicações, requerendo ressuscitação ventilatória ou circulatória, já não existam”.

O tempo de permanência do paciente nesse ambiente é que irá diferenciar uma RPA e uma RPAI. Em uma RPAI, o paciente permanece em torno de duas horas após a cirurgia, concluindo a sua completa recuperação no leito hospitalar. Em uma RPA o paciente permanece até que esteja completamente livre dos efeitos anestésicos. Nesse caso o tempo de permanência normalmente será superior a seis horas.

Em procedimentos cirúrgicos mais complexos o paciente será encaminhado diretamente ao um leito de UTI, não utilizando as instalações da RPA.

A central de material e esterilização destina-se ao preparo e esterilização do material e equipamento a ser utilizado no procedimento cirúrgico e nos demais procedimentos executados no ambiente hospitalar.

A estrutura física também é dividida de acordo com o controle de assepsia que o ambiente requer. Considerando este aspecto, a estrutura é dividida em: área restrita, área semi-restrita e área não restrita (SOBECC, 2000).

Segundo o Regimento do Centro Cirúrgico do Hospital Universitário Cajuru (2001a), esses ambientes são caracterizados assim:

- a) Área restrita: é aquela que compreende os limites definidos para circulação de pessoal e materiais, com observância de normas e rotinas próprias para controle e manutenção da assepsia.
- b) Área semi-restrita: é aquela que permite a circulação de pessoal e equipamentos, de modo a não interferir nas rotinas e manutenção da assepsia da área restrita.
- c) Área não-restrita: é aquela de circulação livre no ambiente interno do Centro Cirúrgico.

2.2.2. Estrutura operacional

Cabe à instituição hospitalar definir em regimento interno os princípios administrativos do seu centro cirúrgico. Nele deverá ser definida a composição da equipe que nele atua e o mantém em condições de utilização. No entanto, o regimento deve seguir a política Estadual e Nacional de saúde, a legislação vigente e observar o código de ética dos profissionais envolvidos na atividade (SOBECC, 2000).

O conjunto de profissionais e auxiliares que prestam assistência direta ao paciente durante a permanência dele no centro cirúrgico, compõe a equipe cirúrgica. Segundo Ghellere (1993), essa equipe é composta por: anestesiológista, assistente ou auxiliar de cirurgia, circulante, cirurgião, enfermeiro e instrumentador.

Ainda podem complementar essa equipe os técnicos e auxiliares de enfermagem e os residentes, no caso dos hospitais universitários, como o Hospital Universitário Cajuru, que será o objeto do estudo de caso proposto neste trabalho.

As demais pessoas envolvidas indiretamente com o paciente, como escriturários, auxiliares de limpeza e auxiliares de controle de estoque, compõem a equipe de apoio.

2.3. Modelagem e simulação computacional

De acordo com Prado (1999b), o princípio da simulação ocorreu com a Teoria das Filas no início do século XX. Ela constitui a base teórica dos programas de computador que atualmente efetuam a simulação computacional. Com o surgimento do computador na década de 1950, a modelagem das filas deu lugar à simulação, onde não mais são utilizadas fórmulas matemáticas, mas apenas procura-se modelar o funcionamento do sistema real. Somente na década de 1980 é que, com a evolução da tecnologia, surgiu a simulação visual. Os softwares passaram a permitir uma visualização do sistema que está sendo simulado. Não apenas o resultado numérico da simulação. Esse fato também tornou mais simples o processo de construção dos modelos.

O termo simulação tem sido usado para se referir à representação de grandes e complexas atividades. Por exemplo: treinamento de pilotos de avião em simuladores, sistemas de manufatura e sistemas de redes de computadores. As simulações utilizam um modelo para representar o comportamento de um sistema que pode ou não existir, podendo ser um simulador físico, como um simulador de vôo, ou virtual, como a simulação de um sistema de manufatura em computador. O objetivo é que a simulação seja uma realização alternativa que se aproxima do sistema real e que permita a análise e comportamento do sistema quando submetido a várias decisões alternativas (Lemos, 1999).

De acordo com Harrel *et al.* (2002), “Simulação é um processo de experimentação com um modelo detalhado de um sistema real para determinar como o sistema responderá a mudanças em sua estrutura, ambiente ou condições de contorno”.

Para Prado (1999a), “Simulação é a técnica de solução de um problema pela análise de um modelo que descreve o comportamento do sistema usando um computador digital”.

Diferentemente de Harrel e Lemos, Prado considera que a simulação deve fazer uso de um computador. Certamente seu objetivo não é limitar a técnica, mas reforçar que o computa-

dor torna a simulação mais eficiente e somente com a sua utilização é que essa técnica conseguiu ser mais amplamente utilizada.

Ainda pode-se verificar outra diferença de conceito no que diz respeito ao sistema que a simulação pode representar. Harrel limita a simulação para a representação de um sistema real, ao passo que Lemos enuncia que a simulação pode ser utilizada para representar sistemas existentes ou não. Ou seja, considera a perspectiva de que a simulação é uma ferramenta que possa auxiliar na avaliação de sistemas que estão em fase de projeto.

Segundo Pedgen *et al.*(1995), o uso da simulação apresenta, além de outros, os seguintes benefícios:

- Novas políticas, procedimentos operacionais, regras de decisão, estruturas organizacionais, fluxos de informação, etc., podem ser explorados sem provocar distúrbios nos processos em uso.
- O fator tempo pode ser controlado, isto é, pode ser expandido ou comprimido, permitindo aumentar ou diminuir a velocidade a fim de se estudar um fenômeno.
- Permite a análise de quais variáveis são significativas para o desempenho do sistema e como essas variáveis interagem entre si.
- Gargalos podem ser identificados.
- Um trabalho de simulação pode ser comprovadamente importante para o entendimento de como o sistema realmente funciona.
- Novas situações, onde há pouca informação ou conhecimento a respeito, podem ser manipulados a fim de se prever eventos futuros, isto é, a simulação é uma poderosa ferramenta para responder questões do tipo “o que acontecerá se...”.

Dessa maneira, entende-se simulação como uma ferramenta que permite avaliar o comportamento e o desempenho de sistemas sob as mais variadas condições. Possibilitando o aprimoramento de sistemas que necessitam serem dinâmicos, para que possam manter a competitividade e, conseqüentemente, a qualidade na produção ou prestação de serviços.

2.3.1. Projeto de simulação computacional

O projeto de simulação computacional é composto pelas seguintes etapas (Kelton *et al.*, 2004; Freitas Filho, 2001):

- a) Planejamento.
- b) Modelagem.
- c) Experimentação.
- d) Tomada de decisão e conclusão do projeto.

A etapa de planejamento divide-se em:

- Análise do cenário a ser estudado: esta etapa consiste em se efetuar o levantamento de macro-informações que dizem respeito ao ambiente onde o objeto de estudo está inserido. Busca-se identificar as possíveis influências a que o projeto poderá estar sujeito, por estar inserido em um sistema de maior amplitude ou complexidade.
- Formulação e análise do problema: os propósitos e objetivos do estudo devem ser claramente definidos. Nesse momento deve-se definir o escopo do projeto, as respostas que o estudo espera alcançar e as restrições e limites esperados das soluções obtidas.
- Planejamento do projeto: o planejamento é necessário para que tenha a certeza de que se possuam todos os recursos necessários à execução do projeto. Também deve contemplar uma descrição dos cenários que serão investigados e quais os recursos e necessidades de cada etapa.
- Formulação do modelo conceitual: deve-se traçar um esboço do sistema, definir os componentes, descrever as variáveis e interações lógicas que constituem o sistema.
- Coleta de macro informações e dados: em geral, macro informações serve para conduzir os futuros esforços de coleta de dados, sendo caracterizada por fatos, estatísticas e informações, derivados de observações, experiências pessoais ou de

arquivos históricos existentes na instituição. Faz parte desse passo, também, identificar as fontes dos dados necessários à alimentação do modelo e se eles estão formatados de forma que possam ser utilizados pelo modelo. Caso os dados não estejam no formato adequado deve-se definir os procedimentos a serem adotados para a sua obtenção.

A etapa de modelagem, por sua vez, é composta pelos seguintes passos:

- Análise estatística dos dados coletados: antes de se iniciar a construção do modelo simulado é importante que seja feita a análise dos dados coletados, com o objetivo de que se possa ter confiabilidade de que o modelo será alimentado com dados que representem o modelo real. Normalmente, são utilizadas amostras de uma população para a alimentação do modelo simulado. É necessário certificar-se de que a amostra obtida seja estatisticamente representativa. Para a execução dessa etapa é importante que se tenha disponível uma ferramenta de análise estatística, a fim de que se tenha maior confiabilidade nos resultados.
- Tradução do modelo: essa etapa consiste na codificação do modelo em uma linguagem de simulação apropriada. A escolha de uma linguagem apropriada deve considerar a existência de *softwares* que se mostram mais eficientes para segmentos específicos de atividade.
- Verificação e validação do modelo: o que significa buscar a confirmação de que o modelo simulado fornece resultados que possuam credibilidade e sejam representativos dos resultados do modelo real. Uma das técnicas sugeridas para a validação é a confrontação dos resultados obtidos no modelo simulado com os resultados obtidos na etapa de análise estatística dos dados coletados.

A etapa de experimentação consiste, basicamente, da realização de alterações no modelo construído, para que se possa tecer conclusões sobre as alterações propostas no modelo real. Para a sua realização deve-se considerar os seguintes passos:

- Projeto experimental: antes de se iniciar os experimentos torna-se necessária a definição dos critérios que nortearão a sua execução. Então, deve-se definir como os testes serão realizados e quais as variáveis que servirão como medida de desempenho entre os experimentos a serem realizados e como será realizada essa confrontação.
- Experimentação: é a execução das simulações com os cenários propostos na fase anterior.
- Interpretação e análise dos resultados: é a realização da comparação, de acordo com os critérios estabelecidos no projeto experimental, entre os resultados obtidos nos experimentos realizados.

A última etapa prevista no projeto de simulação computacional trata-se da conclusão sobre os resultados obtidos nos experimentos realizados e compreende a subdivisão nos seguintes passos:

- Comparação e identificação das melhores soluções: a experimentação leva à obtenção de cenários que apresentem diferentes desempenhos entre si. Cabe nessa etapa, relatar quais cenários apresentaram os melhores resultados, para que as pessoas envolvidas no processo de decisão tenham alternativas para escolher o cenário que esteja mais adequado às expectativas estratégicas da instituição estudada.
- Apresentação dos resultados e implementação: a apresentação dos resultados do estudo tem por objetivo a preparação para a implementação. Nesse momento deve-se assegurar que as pessoas responsáveis pelo estabelecimento de mudanças organizacionais ou processuais tenham compreendido a abordagem utilizada e seus benefícios. Sem o envolvimento e, principalmente, o convencimento dessas pessoas o projeto de simulação computacional está passível de não possuir respaldo para sua implementação.

2.3.2. Aplicação da simulação computacional no contexto hospitalar

A simulação computacional é uma ferramenta também utilizada pela Engenharia de Produção com o intuito de auxiliar na tomada de decisões relativas a implantação de melhorias em processos, buscando a sua otimização, com o menor custo possível, mantendo, ou até mesmo aumentando, a sua qualidade. Na área hospitalar o seu uso no Brasil ainda é bastante limitado, o que faz com tenha-se como referência casos de experimentos realizados no exterior, principalmente nos Estados Unidos.

Para Perdoná (2003), a simulação computacional é possível de ser utilizada na administração hospitalar como uma ferramenta para a realização de estimativas de desempenho em termos de tempo de passagem, utilização de recursos, dimensionamento de filas e tempos produtivos.

Embora ainda não haja relato de resultados conclusivos, é importante registrar a utilização de simulação computacional pelo Hospital Albert Einsten. A instituição adquiriu o software MedModel, que é o módulo de simulação do Promodel específico para a área médica. Inicialmente estão sendo desenvolvidos modelos para a unida de PA (Pronto Atendimento), serviço de radiologia e recepção e atendimento inicial de pacientes para a central de exames.

Borba (1998a) apresenta em seu artigo uma pesquisa realizada com os hospitais da região metropolitana de Porto Alegre, onde se buscou observar o conhecimento e o interesse dos hospitais na ferramenta. Nela foi constatado que 82% dos entrevistados já tinham ouvido algo sobre simulação e questionados sobre quais seriam os benefícios sobre o seu uso, foram mais citados os seguintes:

- Melhor alocação de recursos.
- Agilizar serviços e tomada de decisão.
- Melhorar a qualidade do atendimento.
- Traçar alternativas para a resolução de problemas.
- Análise de investimentos.
- Redução de desperdícios e gastos desnecessários.
- Identificação de restrições no sistema.

Outro resultado da pesquisa apresenta as áreas hospitalares onde os entrevistados vislumbram a utilização da simulação computacional como ferramenta auxiliar na tomada de decisões para a melhoria da qualidade no fluxo de processo (Tabela 3.1).

Tabela 2.1: Áreas mais citadas para utilização de simulação (baseado em Borba, 1998a).

Setor	Percentual das citações
Ambulatório	30%
Emergência	26%
Serviço de Apoio ao Diagnóstico e Tratamento (SADT)	18%
Lavanderia, nutrição e refeitório	12%
Laboratório	7%
Fluxo de informações	3,5%
Bloco cirúrgico	3,5%

Embora nessa pesquisa o CC apareça apenas com 3,5% das citações, vale lembrar que ali se encontra um dos processos mais complexos do ambiente hospitalar e que apresenta altos custos de investimento necessários à sua implantação, operação e manutenção.

De acordo com Lowery (1998), a aplicação de simulação na área de saúde é indicada para processos que se enquadram em duas categorias: análise e decisão sobre processos cuja composição é pouco conhecida e análise de alternativas de cenários diferenciados no que diz respeito à quantidade de recursos ou requisitos de qualidade de atendimento.

Heflin e Harrell (1998), apresentam um estudo realizado com o software MedModel 4.1. Nesse estudo foi efetuado um exame preliminar do software no que diz respeito à capacidade e abrangência. Foi constatado que o MedModel 4.1 trata-se de uma ferramenta simples e de fácil utilização, tornando possível modelar o complexo sistema hospitalar.

De acordo com Sanches (2000), a simulação computacional pode auxiliar em quatro situações: Previsão de demanda (volume de pacientes a serem atendidos), análise de padrão de desempenho, dimensionamento de recursos (*layout*, número de salas, equipamentos, etc.) e equipe de enfermagem.

Em decorrência, pode-se concluir que a simulação computacional é indicada para auxiliar a otimização de processos de atendimento hospitalar, tanto no que diz respeito a alterações nos processos existentes, como na implantação de novos processos. Para corroborar essa

idéia, é importante citar algumas experiências efetuadas em algumas organizações hospitalares.

Osidah e Fu (2003), utilizaram simulação para determinar qual *layout* e composição de equipe de atendimento apresentaria os maiores benefícios e menores custos para uma central móvel de exames, que atua no controle e prevenção de doenças e saúde dental, nos Estados Unidos. Utilizando o software Arena, foram testadas seis combinações de cenários, onde foi variada a quantidade de técnicos de saúde – 3, 4 e 5 técnicos - e a quantidade de pacientes atendidos por técnico – 4, 5 e 7 atendimentos. Inicialmente foram efetuadas 20 replicações, porém se obtiveram maior precisão com 100 replicações. A conclusão foi a de que a configuração ótima seria a que utilizaria 3 técnicos, com 7 atendimentos, com um tempo médio no sistema de 131 minutos.

De acordo com Miller *et al.* (2003), os departamentos de atendimento de emergência de dos hospitais trabalham, normalmente, com uma quantidade limitada de recursos, tanto pessoal como equipamentos e materiais. Isso implica em que o tempo de espera e o tempo que o paciente permanece no sistema são muitos elevados.

Para Alvarez e Centeno (1991), o departamento de atendimento de emergência é um setor vital para o hospital, considerando que usualmente é o primeiro ponto de contato entre a comunidade e a instituição.

Dessa forma, os setores de atendimento de emergências dos hospitais tornam-se ótimos exemplos de aplicação de simulação computacional. Então, o que se constata é que esse setor, na maioria das vezes, acaba sendo o pioneiro na aplicação de simulação e outras ferramentas que possam auxiliar na melhoria do processo.

Rossetti *et al.* (1999), relata o uso de simulação no departamento de emergência do *University of Virginia Medical Center*, com o intuito de testar alternativas para dimensionamento da equipe médica e, em decorrência, analisar o impacto no tempo de atendimento do paciente. Reservando para trabalhos futuros a avaliação do quadro de enfermeiros e residentes, bem como as alternativas de *layout* e fluxo do paciente no sistema.

De acordo com Brady (2003), após o atentado terrorista de 11 de setembro, verificou-se a necessidade de se elaborar um plano de atendimento a vítimas desse tipo de incidente. Foi utilizado o ProModel para construir o modelo que utiliza como variáveis de entrada: hora da

ocorrência, a localização, o número de pessoas diretamente afetadas e o efeito de latência (um atentado que utilize agentes químicos ou biológicos causarão efeitos após o momento de ocorrência, diferentemente de uma explosão que o efeito é somente imediato). De acordo com a combinação das variáveis de entrada, serão acionados diferentes planos de ação, que prevêm acionamento de polícia, bombeiros, ambulâncias, locais para destino das vítimas, médicos, enfermeiros, equipamentos e materiais para cuidado das vítimas, etc.

Em Blasak *et al.* (2003), é apresentada a aplicação de simulação computacional, utilizando o software Arena, com o objetivo de reduzir o tempo de permanência de pacientes na unidade de emergência do *Rush North Shore Medical Center* e analisar os requisitos para melhorar a interação entre a unidade de emergência e a UTI. As sugestões existentes como alternativas de melhoria seriam: designar uma enfermeira dedicada a efetuar a triagem dos pacientes admitidos na unidade de emergência, informar a unidade de emergência imediatamente quando um leito de UTI está liberado e ampliar a quantidade de leitos na UTI. As alternativas foram testadas no modelo e como conclusão obteve-se que a redução do tempo de permanência do paciente na unidade de emergência seria alcançada com as seguintes medidas: designar uma enfermeira para efetuar a triagem dos pacientes, o que implicaria na contratação de recursos; e melhorar o processo de admissão de pacientes na UTI, visando a redução do número, ou a ampliação no número de leitos.

À luz dos casos relatados, pode-se deduzir que o uso da simulação computacional em ambiente hospitalar já é uma realidade, porém ainda se faz necessária a canalização de esforços para que seja ampliada a abrangência de sua utilização para as demais unidades da organização hospitalar.

2.3.3. Simulação computacional aplicada a centros cirúrgicos

O objetivo do presente trabalho é utilizar simulação computacional com o intuito de otimizar o processo de atendimento de centro cirúrgico. A presente pesquisa está baseada em estudo de caso que tem como objeto o centro cirúrgico do Hospital Universitário Cajuru. Como referência, foram encontrados alguns estudos já realizados, conforme segue:

Barnes e Quiason (1997), apresentam um caso de sucesso de utilização de simulação computacional na área hospitalar. O *University Hospital and Medical Center at Stony Brook*, em *New York*, remodelou o setor de atendimento a procedimentos pré-operatórios. Este setor é responsável por efetuar exames em pacientes que foram indicados por seus médicos para sofrerem uma intervenção cirúrgica. Com a avaliação feita das condições de saúde do paciente, a especificação dos recursos necessários à realização da cirurgia tornou-se mais precisa. A simulação foi indicada para esse caso devido ao potencial impacto de redução de custos nos procedimentos cirúrgicos, potencial impacto na qualidade do serviço a ser prestado ao paciente e à dúvida existente na especificação do projeto. Dessa forma, conseguiu-se obter benefícios no uso de simulação, pois se pôde optar pelo cenário que apresentava os melhores resultados de custos e qualidade.

Lowery e Davis (1999) em 1997 no *Brigham and Women's Hospital*, em Boston, EUA, utilizaram simulação computacional para determinar a quantidade de salas de cirurgias necessárias para atender a então crescente demanda da instituição. Inicialmente o projeto previa a necessidade de 32 salas de cirurgia. Após a validação do cenário existente, foram propostos novos cenários onde se concluiu que 30 salas seriam suficientes para atender o fluxo da organização.

Ramis *et al.* (2001) apresentam um estudo realizado na *Universidad Del Bio-Bio*, em Concepción, Chile, onde foi utilizada simulação computacional para avaliar diferentes alternativas para a implantação de um centro de cirurgia ambulatorial destinado à realização de pequenos procedimentos cirúrgicos, o que reduz o fluxo de paciente no CC do hospital. Como conclusão desse trabalho, obteve-se o cenário otimizado onde se definiu: o *lay-out* a ser utilizado, o número de leitos para a preparação dos pacientes e o número de leitos para a recuperação após o procedimento.

Os casos relatados corroboram que é viável a utilização de simulação computacional como ferramenta para auxiliar na tomada de decisão no que diz respeito à otimização do processo de atendimento de centro cirúrgico. Cabe ressaltar, que poucos foram os estudos realizados com a utilização de simulação nessa unidade hospitalar, basta verificar a pouca literatura disponível atualmente. Fato este, que serve como desafio motivador para a continuação do presente trabalho.

2.4. Análise estatística associada à simulação computacional

De acordo com Freitas Filho (2001), a simulação computacional faz uso de “distribuições de probabilidades (empíricas ou teóricas) como forma de representar a multiplicidade de ocorrências de eventos aleatórios”. Portanto, a simulação pode antecipar quais valores uma variável pode assumir, mas não é possível determinar precisamente quais serão esses valores. Então, cabe a definição de ferramentas que possam dar credibilidade às comparações efetuadas com os resultados obtidos através de modelos simulados. Deve-se considerar, inicialmente, que a confiabilidade nos resultados obtidos em uma simulação computacional depende, fundamentalmente, do tratamento fornecido aos dados de entrada, que, normalmente, são uma amostra de uma população.

De acordo com Guerra e Donaire (1982), população é um conjunto formado por todos os elementos que possuem ao menos uma característica comum de interesse e amostra é um subconjunto da população que deverá apresentar as características próprias da população.

Primeiramente deve-se identificar quais são as características que identificam os grupos existentes em uma amostra e em seguida efetuar os agrupamentos de amostras de acordo com as características comuns identificadas. O critério utilizado para definir qual característica é comum à amostra analisada reside em que os valores obtidos estejam dentro de um intervalo de confiança coincidente.

Após efetuados os agrupamentos das amostras, torna-se necessária a identificação de uma distribuição teórica de probabilidade que possa representar o comportamento da variável que se deseja analisar. A análise do comportamento será realizada com base nos intervalos de confiança, considerando um nível de confiança de 95%.

2.4.1. Intervalo de confiança

De acordo com Moore (2000), um intervalo de confiança de nível $(1 - \alpha)$ para um parâmetro é um intervalo calculado com base nos dados amostrais, por um método que tem a probabilidade $(1 - \alpha)$ de produzir um intervalo que contenha o verdadeiro valor do parâmetro. Onde α é o percentual que representa a probabilidade de que o valor esteja fora do intervalo considerado. Ou seja, para um α igual a 5%, o nível de confiança será de 95%.

Segundo Moore (2000), o intervalo de confiança é calculado através da fórmula 2.1:

$$IC(\bar{x}) = \bar{x} \pm h \quad (2.1)$$

Onde:

$IC(\bar{x})$: intervalo de confiança (mínimo e máximo)

$\bar{x}$: média da amostra

h : semi-intervalo de confiança

O semi-intervalo de confiança h é calculado utilizando-se a fórmula 2.2:

$$h = t_{n-1, 1-\alpha/2} \left(\frac{s}{\sqrt{n}} \right) \quad (2.2)$$

Onde:

h : semi-intervalo de confiança

s : desvio padrão da amostra

n : tamanho da amostra

t : valor obtido da tabela de distribuição t

Os cálculos dos intervalos de confiança das variáveis consideradas na amostra podem ser efetuados utilizando-se de programas de computador voltados ao cálculo estatístico. Para o presente estudo, foi utilizada a ferramenta de análise de dados (estatística descritiva) disponível no Microsoft Excel 2000.

A Tabela 2.2 apresenta um exemplo de um intervalo de confiança calculado para verificar se a característica “tempo de intervalo de chegada de pacientes” é igual para os procedimentos cirúrgicos eletivos e de emergência. Com o objetivo de melhor visualização dos intervalos de confiança obtidos, a Figura 2.3 apresenta o gráfico correspondente aos valores constantes na tabela.

Da análise efetuada para a variável “tempo de chegada de pacientes”, pode-se concluir que esta é uma característica que não é comum à todos os elementos da amostra estudada. Ou seja, a amostra deverá ser separada por tipo de cirurgia, obtendo-se uma amostra para cirurgias eletivas e outra para cirurgias de emergência.

Tabela 2.2: Tempo de intervalo de chegada de pacientes – exemplo

Tipo de Cirurgia	Mínimo (Min)	Máximo (Min)	Média (Min)	Semi-Intervalo (Min)
Eletiva	63,37	77,38	70,38	7,00
Emergência	113,54	139,17	126,35	12,81

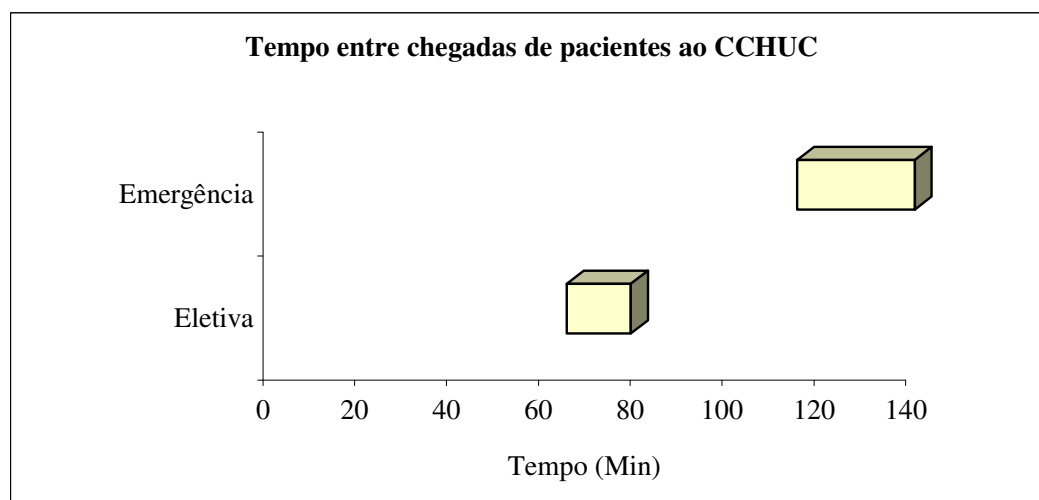


Figura 2.3: Intervalo de tempo de chegada de pacientes – exemplo

Caso os intervalos de confiança sejam coincidentes, ou seja, os intervalos calculados para as variáveis analisadas estejam sobrepostos, pode-se considerar que estatisticamente as variáveis são iguais.

2.4.2. Identificação da distribuição teórica de probabilidades

De acordo com Freitas Filho (2001), um passo a ser considerado na análise dos dados coletados é a identificação da distribuição teórica de probabilidade que melhor represente o comportamento estocástico da variável sob análise.

A identificação da distribuição teórica de probabilidade, para o presente estudo, será selecionada utilizando-se do *software Input Analyser*, que faz parte do *Arena*, versão 6.0, utilizado para a codificação dos modelos simulados.

O *Input Analyser* fornece um histograma de algumas das principais distribuições de frequências contínuas utilizadas: Normal, Uniforme, Triangular, Exponencial, Lognormal, Erlang, Gama, Beta e Weibull. E também as distribuições discreta de Poisson e Uniforme Discreta.

A seleção da melhor alternativa de distribuição aleatória de probabilidade é efetuada pelo *Input Analyser*, no entanto deve-se avaliar se a opção sugerida realmente é a mais indicada para representar o modelo. Como exemplo pode-se citar que a sugestão do sistema foi utilizar a distribuição Beta para representar a distribuição dos tempos para a especialidade de Neurologia, porém, a opção mais apropriada mostrou-se ser a distribuição Triangular, devido ao reduzido tamanho da amostra existente para essa especialidade.

Segundo Freitas Filho (2001), o “*Teorema Central do Limite* estabelece que a soma ou a média resultante de um grande número de valores aleatórios e independentes é aproximadamente normal, independente da distribuição dos valores individuais“. Este teorema será utilizado como base nas análises efetuadas com as simulações, considerando que a média de uma distribuição amostral tende à normalidade e de forma independente da distribuição que rege o comportamento da população da qual a amostra foi retirada.

Então, há necessidade de se definir qual a distribuição aleatória melhor irá representar os testes com a amostra. Freitas Filho (2001) refere-se ao processo de seleção da função como “Testes de aderência”, ou seja, o objetivo deles é a verificação na qualidade da escolha da distribuição. O *Arena* utiliza-se de dois testes: o Teste *Chi-quadrado* e o Teste *Kolmogorov-Smirnov (K-S)*.

O teste *K-S* apenas é válido para distribuições contínuas, enquanto que o *Chi-quadrado* pode ser aplicado para distribuição contínua e distribuição discreta. Entretanto, o teste *Chi-quadrado* não é recomendado para pequenas amostras.

O principal propósito do *Input Analyser* é fornecer uma expressão válida para ser empregada nos modelos desenvolvidos no *Arena*. Os testes de aderência possuem como objetivo a identificação da melhor opção entre as distribuições possíveis de serem utilizadas. Para que isso seja possível torna-se necessário que se tenha uma amostra de dados independente e identicamente distribuída (IID).

3. Modelo atual do CCHUC

A representação de um modelo de simulação computacional, segundo Freitas Filho (2001) deve ser efetuada de acordo com as etapas descritas no item 2.3.1 do presente trabalho, objetivando conseguir maior credibilidade ao estudo efetuado.

Então, a seguir serão apresentadas as etapas do estudo efetuado e que analisa o cenário que representa a realidade atual no CCHUC. No presente trabalho essa “realidade” será tratada como “cenário atual do CCHUC” e apresentado o modelo de simulação computacional que foi construído para representa-lo. Será apresentada, no presente capítulo, a validação do modelo computacional, para que se tenha certeza de que ele consegue representar a realidade e efetuado alguns experimentos, com o objetivo de verificar como que o cenário atual irá comportar-se diante do aumento da demanda por procedimentos cirúrgicos. A verificação, através do modelo simulado, de que o cenário atual não atende esse aumento, comprovará que existe a necessidade de que sejam efetuados investimentos na ampliação no CCHUC. No capítulo seguinte será apresentado o estudo que foi realizado, através de modelos de simulação computacionais, onde se apresentam alternativas de cenário para que se possa atender às expectativas de crescimento da demanda.

3.1. O cenário atual do CCHUC

O atual centro cirúrgico do HUC está organizado de acordo com as normas definidas para a criação e funcionamento de um centro cirúrgico. O enquadramento dele nas normas vigentes, pode ser verificado através da leitura do Regimento do Centro Cirúrgico do Hospital Universitário Cajuru (2001a).

Esse documento aborda os aspectos legais do seu funcionamento, definindo a sua finalidade, estrutura organizacional, estrutura operacional e atribuições das diversas funções que compõem o funcionamento do CC do Hospital Universitário Cajuru. Isso implica que qualquer alteração que se pretenda implantar deverá respeitar rigorosamente a legislação vigente.

A Figura 3.1 apresenta as variáveis de entrada e as variáveis de saída tratadas no processo do centro cirúrgico. Sendo que as variáveis de saída formam os indicadores de desempenho do processo.

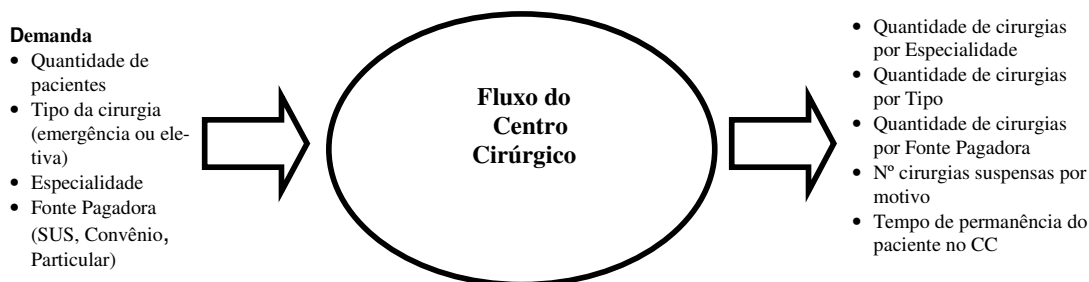


Figura 3.1: Variáveis de entrada e saída do processo

O documento Unidade Gerencial Básica: Centro Cirúrgico (2002) apresenta detalhamento do fluxo do processo atual do centro cirúrgico. Nele o processo principal é subdividido em seis outros processos: agendamento, programação, pré-operatório, trans-operatório, pós-operatório e encaminhamento.

A seguir serão apresentados cada processo com suas características e seu respectivo fluxograma, conforme apresentado em HUC (2002) e detalhado pela Enfermeira Chefe do centro cirúrgico. Nessa etapa são apresentados os processos exatamente como são atualmente, com a finalidade de construção do modelo conceitual, conforme a etapa de planejamento, prevista na metodologia descrita no item 2.3.1 do presente trabalho.

3.1.1. Agendamento

O processo de agendamento trata das normas referentes à reserva das salas de cirurgia. Processo indispensável para a organização e bom funcionamento do CC.

Inicialmente os procedimentos cirúrgicos são classificados em dois tipos: emergência e eletivos. Os procedimentos de emergência têm total prioridade, pois se tratam de situações onde existe a urgência no atendimento. Já os procedimentos eletivos são aqueles que podem ser protelados em detrimento de uma cirurgia de emergência.

O HUC possui um pronto socorro (PS), o que implica na existência de um grande número de cirurgias de emergência. Em média 50% das cirurgias ali realizadas são procedimentos de emergência. Isso implica em que exista uma sala de cirurgia somente utilizada por procedimentos de emergência. No processo de agendamento será feita a verificação da disponibilidade da sala destinada a cirurgias de emergências. Caso ela esteja ocupada, será avaliada qual cirurgia eletiva será suspensa para que o procedimento de emergência seja executado.

As cirurgias de emergência são realizadas em qualquer horário e qualquer dia da semana. As eletivas somente podem ser agendadas de segunda a sexta-feira pela manhã, tarde e noite até 22 horas e sábados pela manhã.

Existindo a necessidade de uma cirurgia de emergência e a sala específica está ocupada, a chefia do CC será responsável por escolher qual cirurgia eletiva será suspensa para que seja realizada a cirurgia de emergência.

Para fins estatísticos, no momento do agendamento, as cirurgias são também classificadas pelo convênio que o cliente possui e pela especialidade do procedimento (HUC, 2003).

A classificação por convênio é conforme a seguir:

- a) Cirurgia pelo SUS.
- b) Cirurgia particular.
- c) Cirurgia por outros convênios.

A classificação por especialidade é conforme a seguir (HUC, 2003):

- a) Cardiologia.
- b) Cirurgia geral.
- c) Cirurgia torácica.
- d) Endoscopia.
- e) Face.
- f) Neurologia.
- g) Odontologia.
- h) Oftalmologia.

- i) Ortopedia.
- j) Plástica.
- k) Retirada múltipla de órgãos.
- l) Urologia.
- m) Vascular.

A Figura 3.2 apresenta o fluxograma do processo de agendamento atual do centro cirúrgico do HUC. Nessa etapa a equipe do centro cirúrgico recebe todos os avisos de cirurgias feitos pelos médicos que indicaram ao paciente tal procedimento. Os avisos contêm as informações sobre qual será o procedimento, tempo previsto para execução, a data inicialmente prevista para a cirurgia e quais os recursos que serão necessários.

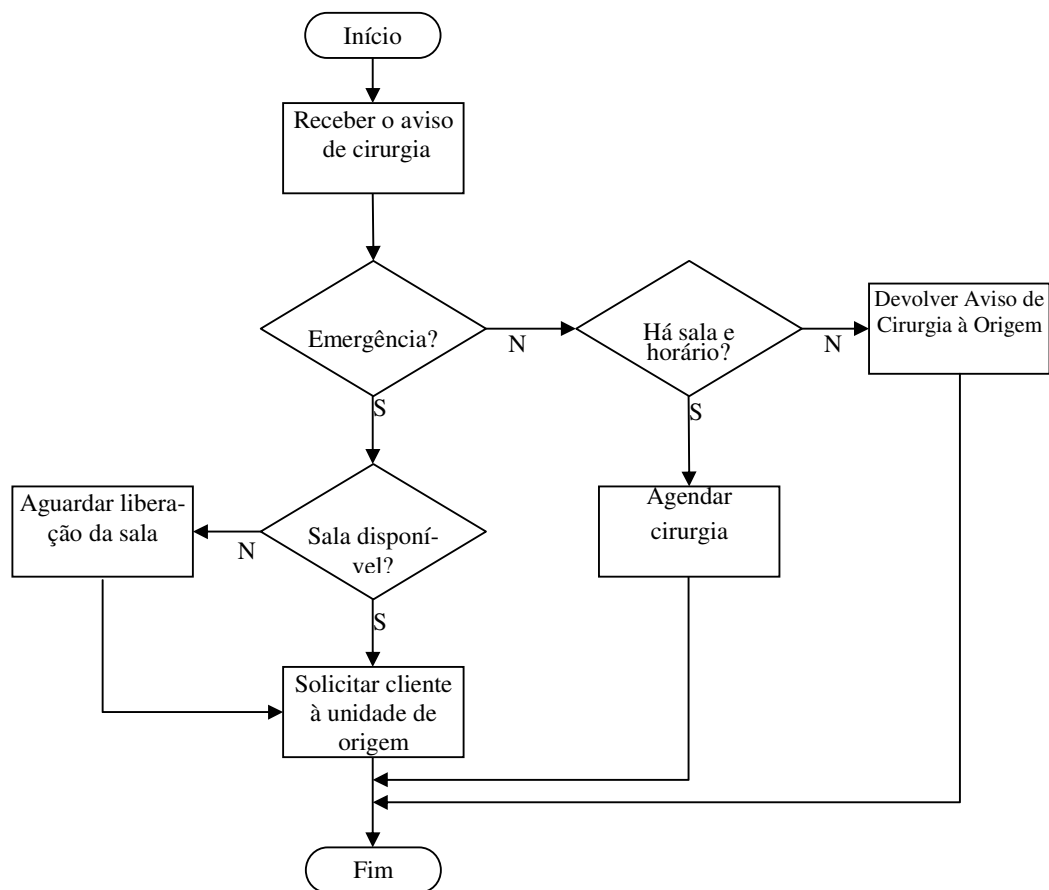


Figura 3.2: Processo de agendamento (baseado em HUC, 2002).

No caso de cirurgias de emergência, já nessa etapa, poderá ser suspensa uma cirurgia eletiva, caso a sala de emergência esteja ocupada. Tão logo a sala esteja liberada, será solicitado o encaminhamento do paciente ao CC.

Nos casos de cirurgias eletivas, não havendo disponibilidade de horário o aviso de cirurgia é devolvido ao solicitante para que seja escolhida nova data. Caso contrário, a cirurgia é agendada e passa-se à etapa seguinte que prevê a programação das cirurgias a serem executadas.

3.1.2. Programação

O processo de programação consiste na etapa em que, a partir do processo de agendamento, é efetuada a verificação da disponibilidade de recursos para a execução das cirurgias agendadas. A Figura 3.3 apresenta o fluxograma do processo de programação.

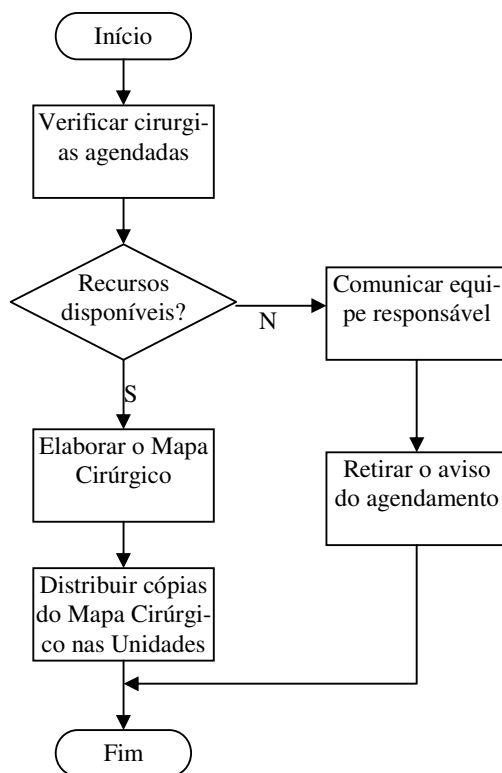


Figura 3.3: Processo de programação (baseado em HUC, 2002)

Nessa etapa a chefia do CC providencia os recursos de pessoal e equipamentos necessários para a execução da cirurgia. Verifica, também, se o procedimento irá necessitar de vaga na UTI para a recuperação do paciente.

Caso não exista disponibilidade dos recursos necessários, a cirurgia deverá ser suspensa e a equipe responsável será avisada. Nesse momento o procedimento será retirado do agendamento.

Alguns tipos de procedimentos necessitam que o paciente faça sua recuperação em um leito de UTI. Caso não haja disponibilidade e a cirurgia seja eletiva, ela não será incluída no mapa. Sendo uma cirurgia de emergência a recuperação será realizada na própria sala de cirurgia até que seja liberado um leito de UTI. Isso implica na indisponibilidade de uma sala de cirurgia.

Com as demais cirurgias aprovadas será elaborado no Mapa Cirúrgico. Nesse documento constam todas as cirurgias que serão executadas no dia. Esse mapa é distribuído para todas as unidades do hospital.

Nessa etapa são tratadas apenas as cirurgias eletivas. Nela é feita a verificação da disponibilidade dos recursos necessários à execução do procedimento. A não existência dos recursos implica na suspensão da cirurgia, até que haja disponibilidade, e a emissão do aviso de suspensão. Com as cirurgias aprovadas é montado o mapa diário cirúrgico que será distribuído a todas as unidades hospitalares envolvidas.

3.1.3. Pré-operatório

Esse processo inicia com a verificação no mapa cirúrgico de quais as cirurgias que estão previstas para serem realizadas. A equipe de enfermagem do CC verifica se o paciente está internado. Este é um requisito para que a cirurgia ocorra. Caso o paciente não tenha sido internado previamente a cirurgia será suspensa.

Em seguida a equipe solicita a vinda do paciente ao CC e efetua a preparação da sala de cirurgia. No momento da recepção do paciente, a equipe verifica se o paciente recebeu a devida preparação para a execução do procedimento cirúrgico. Caso isto não tenha ocorrido o procedimento será suspenso.

Se a sala de cirurgia ainda não estiver preparada o paciente aguarda a sua preparação na sala de pré-operatório.

A Figura 3.4 apresenta o fluxo atual do processo pré-operatório, onde é feita a constatação de que o paciente atende os requisitos para a cirurgia, que seria estar internado e devidamente preparado (como estar em jejum, ter feito a dieta indicada, verificação dos sinais vitais, depilação, etc.) e se a sala já está limpa e liberada para a realização do procedimento.

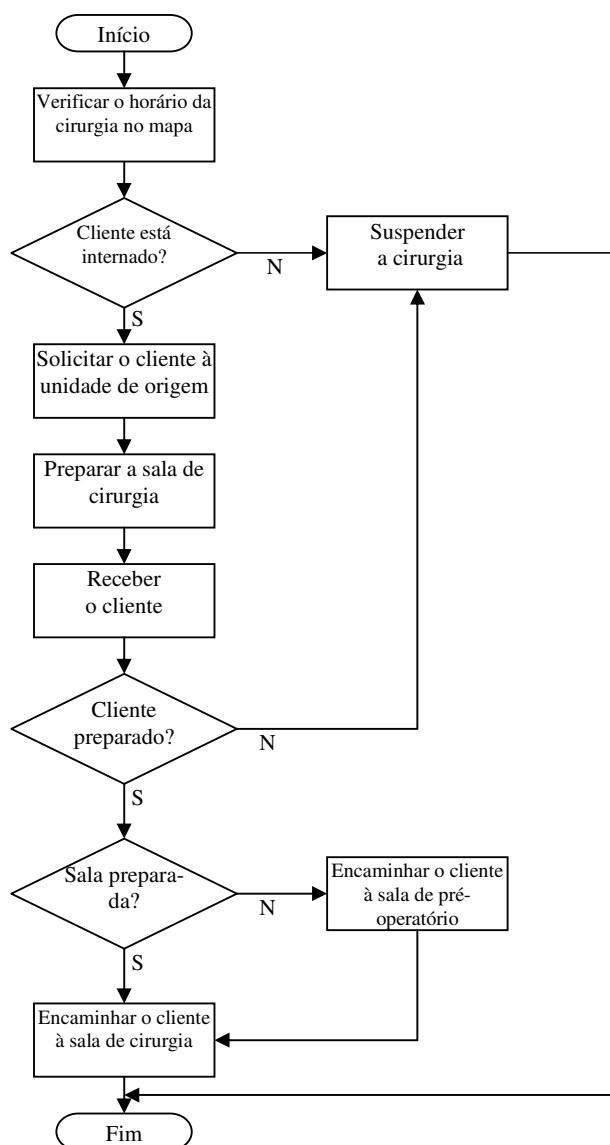


Figura 3.4: Processo pré-operatório (baseado em HUC, 2002)

3.1.4. Trans-operatório

A Figura 3.5 apresenta o fluxo atual do processo trans-operatório. É nessa etapa é que é executado o procedimento cirúrgico propriamente dito. Ela inicia com a verificação, pela equipe de enfermagem do CC, de que se todos os materiais e equipamentos necessários à cirurgia estão disponíveis na sala. Caso não estejam, os materiais e equipamentos devem ser providenciados imediatamente ou a cirurgia deverá ser suspensa.

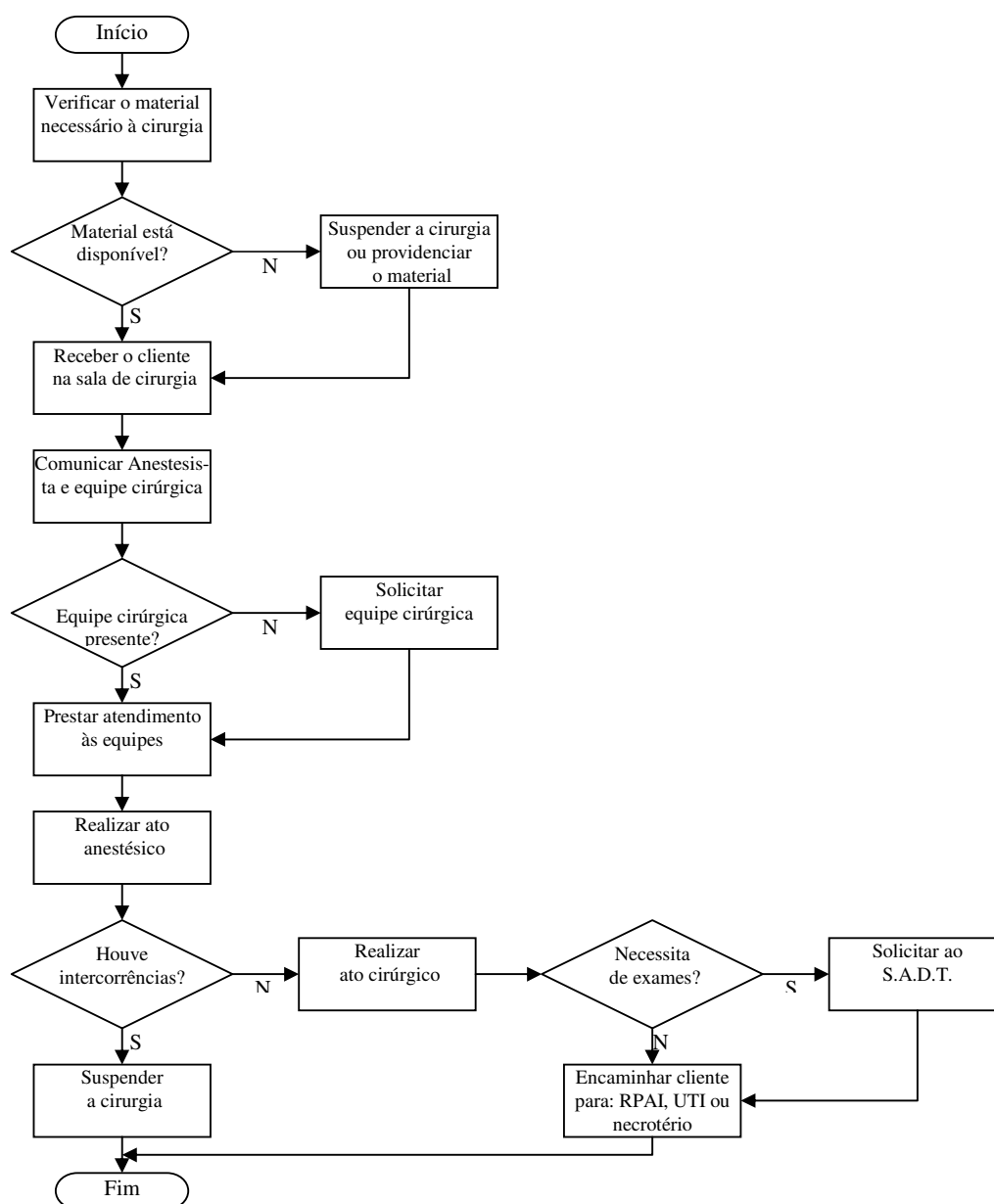


Figura 3.5: Processo trans-operatório (baseado em HUC, 2002)

Somente após a verificação da sala é que o cliente é recepcionado pela equipe de enfermagem que auxiliará na cirurgia. Nesse momento será iniciada a etapa em que será efetuada a preparação do paciente para a cirurgia propriamente dita. Será a partir dessa etapa é que será efetuado o estudo do presente trabalho.

Nessa etapa a equipe de enfermagem deverá executar tarefas que previstas para deixar o paciente preparado para os procedimentos anestésicos e para a cirurgia propriamente dita, incluindo posicionamento do paciente, colocação do campo cirúrgico, monitoração do paciente, etc. Um cuidado especial deve se ter com o estado psicológico do paciente, pois segundo Samana (1986), “para o doente trata-se de um lugar insólito do qual se acerca com um misto de esperança e terror”.

Em seguida o anestesista inicia a realização do ato anestésico. Caso existam intercorrências (reação à anestesia que afeta os sinais vitais do paciente) a cirurgia é suspensa.

Após o início da indução anestésica é acionada a equipe cirúrgica para a execução do ato cirúrgico. Durante a cirurgia o paciente permanece assistido pelo médico anestesista. Após a conclusão da cirurgia o anestesista cessará a indução anestésica e será procedida a extubação do paciente, configurando a etapa de término da anestesia. Na seqüência será verificado o retorno dos reflexos do paciente, para então ele receber a alta da sala operatória, concluindo então o procedimento cirúrgico, sendo o paciente retirado da sala de cirurgia para que seja procedida a higienização da mesma. Com essa etapa concluída a sala poderá ser liberada para um novo procedimento cirúrgico.

Cabe a observação de que o objeto de estudo do presente trabalho será o acompanhamento até esta fase, onde será avaliado o tempo de uso das salas de cirurgias, com o intuito de verificar a possibilidade da redução do tempo que cada sala permaneça ocupada com o procedimento. Isso se deve a ser esse o ambiente que necessita de maiores investimentos em sua instalação e manutenção.

Em alguns casos após a conclusão do procedimento cirúrgico o paciente necessita ser encaminhado ao Serviço de Apoio ao Diagnóstico e Tratamento (SADT) para a realização de exames. Concluídos os exames, o paciente retorna à UTI ou RPAI, conforme o caso. Não existindo essa necessidade o paciente poderá ter três destinos: RPAI, UTI ou necrotério.

Os pacientes encaminhados à UTI ou necrotério passam para a responsabilidade de outras equipes, deixando de ter acompanhamento da equipe do centro cirúrgico. Somente o médico responsável pela cirurgia é que efetua o acompanhamento necessário.

De acordo com entrevista realizada com a enfermeira chefe do centro cirúrgico do HUC, o ato cirúrgico é o momento crítico no que diz respeito à determinação do tempo que se levará para a execução do procedimento. O tempo de cirurgia está condicionado à experiência que o cirurgião possui e também à possibilidade de se prorrogar o tempo de cirurgia devido se constatar, somente após o início da cirurgia, que a gravidade é maior do que foi constatado através dos exames. Nesse caso as cirurgias previstas para a mesma sala são transferidas para outra sala, se houver disponibilidade, sofrem atrasos ou pode até mesmo ocorrer a sua suspensão.

3.1.5. Pós-operatório

Concluída a cirurgia, os pacientes os pacientes que permanecem sob a responsabilidade do centro cirúrgico são encaminhados para a RPAI (Figura 3.6). Ali o paciente deverá permanecer em média duas horas, até que esteja recuperado na anestesia e seus sinais vitais sejam considerados normais. Decorrido esse período o paciente é encaminhado à unidade de destino (normalmente ao leito hospitalar, onde completará sua recuperação).

O acompanhamento do paciente é efetuado por uma equipe de enfermagem de acordo com as prescrições médicas. Caso haja alguma complicação o médico anestesista é acionado.

É importante citar que o HUC possui uma sala de RPAI, onde o paciente permanece em média duas horas. Alguns hospitais possuem uma sala de Recuperação Pós-Anestésica, onde o paciente permanece até que esteja plenamente recuperado da anestesia. Nesse caso a permanência será em média de seis horas.

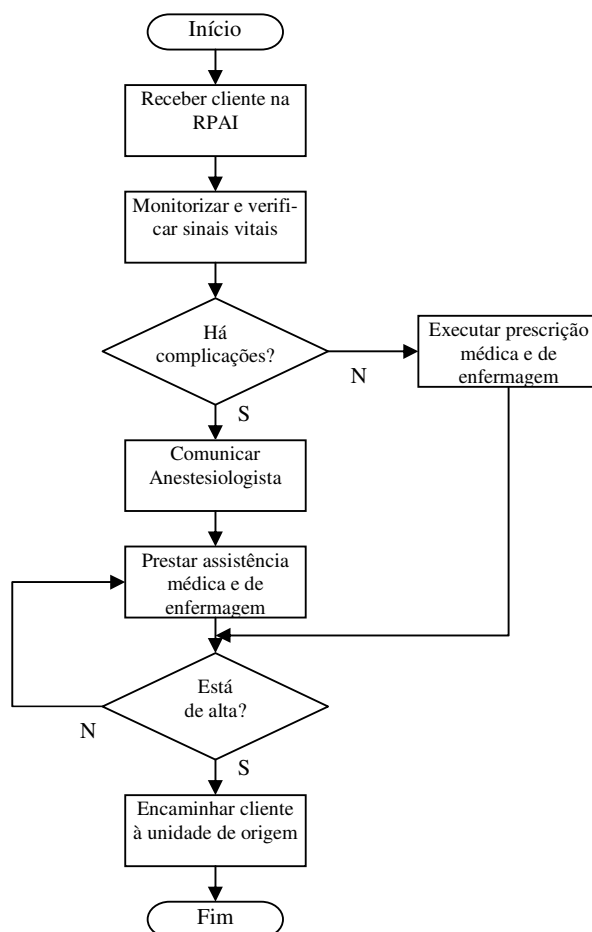


Figura 3.6: Processo pós-operatório (Baseado em HUC, 2002)

3.1.6. Encaminhamento

Nesse momento será apenas verificado se o paciente recebeu alta hospitalar. Alguns procedimentos cirúrgicos mais simples não necessitam internamento do paciente para recuperação. Nesse caso ele é encaminhado para o setor de liberação que providenciará a sua liberação. Caso contrário ele será encaminhado à unidade de destino, que posteriormente providenciará a alta hospitalar, de acordo com prescrição médica (Figura 3.7).

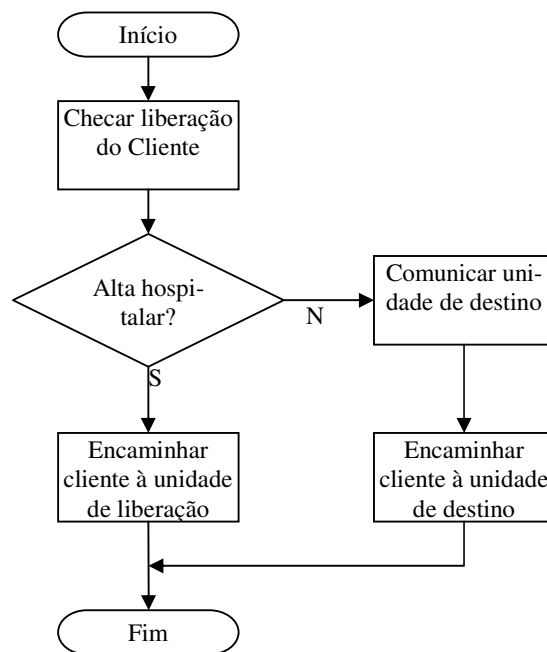


Figura 3.7: Processo de Encaminhamento (Baseado em HUC, 2002)

3.2. Formulação e análise do problema

O Centro Cirúrgico do Hospital Universitário Cajuru também é afetado pelo aumento populacional existente na região onde atua. Esse fato gera a necessidade de sua ampliação, com o intuito de atender a crescente demanda ora apresentada. Já existe um projeto em andamento, onde se prevê a ampliação do número de salas de cirurgia das atuais seis para um número de dez e também a alteração no fluxo das atividades realizadas dentro da sala de cirurgia.

O presente trabalho propõe a execução de um estudo, utilizando simulação computacional, com o objetivo de efetuar uma estimativa da nova capacidade de atendimento que terá o novo *lay-out* previsto, bem como a verificação de alternativas que poderiam aumentar a capacidade de atendimento com um mínimo de investimento.

Segundo Gheller *et al.* (1993), todo CC é um local de “alerta máximo”, tendo em vista os riscos envolvidos nos procedimentos ali executados. Isso implica que toda e qualquer modificação, quer seja de procedimentos, quer seja na sua estrutura física, deva ser acompanhada

de cuidados apurados. Portanto, torna-se importante o uso de uma ferramenta que possa auxiliar na projeção de futuras modificações nesse ambiente bastante sensível.

Considerando o fluxo de atendimento de um CC sob a ótica de processo produtivo, pode-se identificar como um possível “gargalo” o tempo de utilização das salas de cirurgia. São ambientes que exigem alto investimento em sua preparação e, conseqüentemente, tornam-se candidatos a um estudo com o objetivo de melhorar o seu fluxo de execução.

Portanto, o objeto de estudo desse trabalho é o fluxo de atendimento dentro da sala de cirurgia. Desde o momento em que o paciente entra na sala até o momento em que a sala é liberada.

Basicamente as principais respostas buscadas no presente estudo dizem respeito a verificação da necessidade de ampliação do centro cirúrgico, bem como a identificação de alternativas ao projeto de expansão do CCHUC.

Para a execução do presente trabalho foi considerada a hipótese de que, de acordo com o projeto existente no HUC, o fluxo de atividades atual pode ser alterado e com isso pode-se verificar a existência de ganho no tempo de utilização das salas operatórias.

O presente estudo enfoca somente o processo trans-operatório e, portanto, apenas serão considerados os procedimentos cirúrgicos que efetivamente foram executados, não englobando o processo de agendamento de cirurgias, os cancelamentos efetuados e os procedimentos pós-operatórios.

3.3. Planejamento do projeto

O presente trabalho considera três cenários distintos que serão modelados utilizando simulação computacional. Cada um deles é detalhado e analisado de acordo com as etapas previstas na metodologia constante em Freitas Filho (2001).

O primeiro modelo construído representa o cenário atual. Seu objetivo é comprovar que os resultados obtidos no modelo real podem ser repetidos no modelo simulado. A sua validação será comprovada através da confrontação dos resultados obtidos no modelo simulado com os resultados obtidos no modelo real. Após a validação, quando se tem a confiança de que o

modelo computacional reflete a realidade, pode-se efetuar experimentos que levarão à obtenção de modelos que ofereçam maior eficiência ao modelo já existente.

O segundo modelo trata a possibilidade de que algumas tarefas sejam realizadas fora da sala de cirurgia. Nele é verificado o impacto no tempo de utilização das salas de cirurgia e, conseqüentemente, qual o reflexo na capacidade de atendimento da demanda existente.

O terceiro modelo reflete a proposta de aumento do número de salas operatórias das seis atuais para dez, mantendo o fluxo de atividades atual. O intuito deste modelo é o verificar a capacidade de atendimento em um cenário que não impacta o fluxo de trabalho atual.

Após o detalhamento de cada modelo será efetuado um estudo comparativo, buscando obter subsídios para a identificação de qual modelo oferece a melhor alternativa para o atendimento da crescente demanda.

3.4. Formulação do modelo conceitual

A Figura 3.8 apresenta um diagrama com o modelo conceitual do sistema a ser construído. Nele são apresentadas as variáveis que serão consideradas como entrada do sistema e as variáveis resultantes.

As variáveis de entrada são as seguintes:

- a) Intervalo de chegada: esta variável representa o intervalo de tempo entre a entrada no sistema de um paciente e a chegada do paciente para a próxima cirurgia.
- b) Tipo da cirurgia: as cirurgias são classificadas em cirurgia de emergência e cirurgia eletiva. A cirurgia de emergência possui preferência no atendimento. Caso todas as salas de cirurgia estejam ocupadas será suspensa uma cirurgia eletiva para liberar uma sala.
- c) Especialidade: as cirurgias são classificadas em 13 especialidades, no entanto para a modelagem foram consideradas as três especialidades com maior incidência, sendo: cirurgia geral, neurologia e ortopedia. As demais especialidades foram agrupadas com a denominação outros.

As variáveis resultantes são as seguintes:

- a) Quantidade de cirurgias por especialidade: informa a quantidade de cirurgias realizadas de acordo com a especialidade classificada na entrada do sistema.
- b) Quantidade de cirurgias por tipo: informa a quantidade de cirurgias realizadas de acordo com o tipo classificado na entrada d sistema.
- c) Tempo de ocupação da sala de cirurgia: informa o tempo que a sala de cirurgia ficou alocada para o procedimento cirúrgico, inclusive considera o tempo para a limpeza da sala.
- d) Taxa de ocupação: informa percentual do tempo em que cada sala de cirurgia permanece ocupada por um procedimento cirúrgico.



Figura 3.8: Modelo conceitual

De acordo com o Regimento do Centro Cirúrgico do Hospital Universitário Cajuru (HUC, 2001a), o Centro Cirúrgico funciona ininterruptamente para o atendimento das cirurgias de emergência. As cirurgias eletivas são agendadas de segunda a sexta-feira em três turnos e nos sábados em dois turnos.

Devido a essa regulamentação constata-se que nos feriados, finais de semana e após às 22 horas a taxa de ocupação do CC não é crítica, pois não ocorre a concorrência de cirurgias eletivas. Para o modelo foi considerado o movimento apenas verificado em dias úteis e no período das seis horas da manhã até às 22 horas. Nesse período são realizadas aproximadamente 80% do total de cirurgias.

As cirurgias de emergência possuem prioridade em relação às cirurgias eletivas. Normalmente a sala um é reservada para as cirurgias de emergência, porém tendo disponibilidade ela é utilizada para cirurgias eletivas. Caso a sala um esteja ocupada e for necessário executar um procedimento de emergência, será utilizada qualquer outra sala que esteja liberada. Se as demais salas estiverem reservadas para cirurgias eletivas, verifica-se qual oferece menor impacto para que ela seja suspensa.

A Figura 3.9 apresenta o fluxo de atendimento do paciente para a execução do procedimento cirúrgico que é composto das seguintes etapas:

- a) Preparação: esta etapa inicia com a recepção do paciente dentro da sala e cirurgia. Nessa fase são executados os procedimentos preparatórios para a anestesia e para o procedimento cirúrgico propriamente dito. As tarefas realizadas podem variar de acordo com a especialidade do procedimento cirúrgico a ser efetuado, o que pode resultar em tempos diferentes.
- b) Anestesia: o tempo desta etapa é computado a partir do momento em que se inicia a indução anestésica até o momento do início do procedimento cirúrgico. Cabe ressaltar que o profissional responsável pela anestesia acompanha o paciente durante todo o procedimento.
- c) Cirurgia: nesta etapa registra-se o tempo da intervenção cirúrgica.
- d) Término da anestesia: essa fase compreende o momento em que o cirurgião encerra o seu procedimento, até o momento que cessa a indução anestésica e o paciente é extubado.
- e) Alta de sala: após a conclusão da anestesia o paciente recebe acompanhamento, ainda na sala de cirurgia, até que ocorra o retorno dos reflexos, quando então ele desocupa a sala operatória.
- f) Limpeza: este é um procedimento que não afeta diretamente o paciente, porém é computado no modelo por afetar diretamente o tempo de ocupação da sala.

As etapas descritas são executadas sequencialmente, ou seja, a etapa seguinte somente inicia após a conclusão da anterior. Cabe ressaltar que a única exceção é quanto ao procedimento anestésico, que em parte ocorre em paralelo com o procedimento cirúrgico. Nesse mo-

mento o tempo é computado junto com a cirurgia e tanto a etapa anterior como a etapa posterior à cirurgia são computadas separadamente.

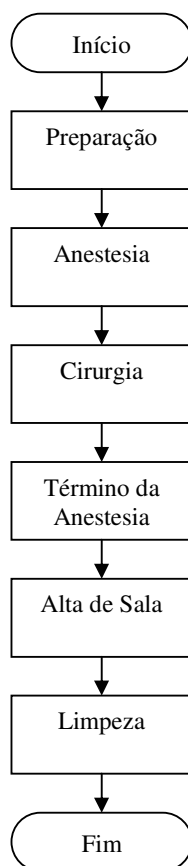


Figura 3.9: Fluxo de atendimento na sala operatória

3.5. Coleta de macro-informações e dados

Yin (2001) destaca a documentação, os registros em arquivos, as entrevistas, a observação direta, a observação participante e os artefatos físicos como fontes de evidências importantes utilizadas para a coleta de dados necessários ao estudo de caso. Foram utilizadas as seguintes fontes para o presente estudo: documentação administrativa, registros em arquivos e entrevistas com funcionários do CC.

Para a definição dos procedimentos e as etapas do fluxo de atendimento foram utilizados documentos administrativos existentes no hospital e complementados com entrevistas

com funcionários do CC. Os dados referentes aos procedimentos cirúrgicos foram obtidos através de registros em arquivos também já existentes no hospital. Essa coleta ocorreu no período de 1º de fevereiro a 31 de março de 2004.

Os dados constantes nos registros de procedimentos cirúrgicos são os seguintes:

- a) Sala utilizada.
- b) Data do procedimento.
- c) Tipo de cirurgia.
- d) Especialidade.
- e) Hora de entrada do paciente na sala.
- f) Hora do início da anestesia.
- g) Hora do início da cirurgia.
- h) Hora do término da cirurgia.
- i) Hora do término da anestesia.
- j) Hora da saída do paciente da sala.

Os dados foram transformados, com o auxílio da planilha eletrônica Microsoft Excel 2000, para o formato necessário à utilização na modelagem. Essa etapa foi executada devido a ser necessário ter-se o computo dos tempos das atividades e não apenas o horário.

Os tempos das etapas foram computados da seguinte maneira:

- a) Preparação: diferença entre a hora de entrada do paciente na sala e a hora do início da anestesia.
- b) Anestesia: diferença entre a hora do início da anestesia e a hora do início da cirurgia.
- c) Cirurgia: diferença entre a hora do início da cirurgia e hora do término da cirurgia.
- d) Término da anestesia: diferença entre a hora do término da cirurgia e a hora do término da anestesia.

- e) Alta da sala: diferença entre a hora do término da anestesia e a hora da saída do paciente da sala.

A atividade de limpeza das salas de cirurgia não possui registro de horários de início e fim de execução. Segundo a estimativa efetuada pela enfermeira chefe do CC, essa atividade consome de 10 a 30 minutos, podendo excepcionalmente ser superior a uma hora.

Para se obter o tempo de intervalo de chegada de pacientes foi utilizado o horário de entrada do paciente na sala. Foi utilizado como referência o horário inicial de seis horas da manhã para o primeiro intervalo e os subseqüentes um em relação ao outro.

3.6. Análise estatística dos dados coletados

A análise dos dados, tanto da amostra coletada, como dos dados obtidos no modelo computacional simulado, será efetuada utilizando-se um nível de confiança de 95% e, conseqüentemente, um α igual a 5%.

A primeira variável a ser analisada refere-se à distribuição do intervalo de tempo entre chegadas de pacientes ao centro cirúrgico. O procedimento cirúrgico é classificado em cirurgia de emergência e cirurgia eletiva. A Tabela 3.1 apresenta os horários de chegada de pacientes ao CCHUC, classificados por tipo de cirurgia, anotados em apenas um dia de atividades. A partir dos horários de chegada do paciente, calculou-se o intervalo de tempo entre os horários, utilizando-se a amostra existente que contempla de 43 dias. A Tabela 3.2 apresenta os tempos médios de intervalos de chegada, com os respectivos intervalos máximo e mínimo de confiança.

Ao se analisar o intervalo de confiança calculado para cada tipo de cirurgia apresentado no gráfico da Figura 3.10, pode-se facilmente perceber que os intervalos de tempo de chegada seguem distribuições diferenciadas para as cirurgias eletivas e cirurgias de emergência. Portanto, as amostras não possuem essa característica em comum e devem receber tratamento distinto.

Tabela 3.1: Horários de chegada de pacientes no centro cirúrgico

Data	Horário de Chegada	
	Eletiva	Emergência
01/03/2004	07:10	14:10
01/03/2004	07:20	15:25
01/03/2004	07:30	17:30
01/03/2004	08:00	18:00
01/03/2004	09:00	18:10
01/03/2004	09:50	21:20
01/03/2004	10:10	21:30
01/03/2004	10:20	21:50
01/03/2004	10:30	22:40
01/03/2004	10:30	23:30
01/03/2004	11:45	
01/03/2004	13:30	
01/03/2004	15:20	
01/03/2004	15:25	
01/03/2004	17:45	
01/03/2004	18:00	

Tabela 3.2: Tempo de intervalo de chegada de pacientes

Tipo de Cirurgia	Mínimo (Min)	Máximo (Min)	Média (Min)	Semi-Intervalo (Min)
Eletiva	63,37	77,38	70,38	7,00
Emergência	113,54	139,17	126,35	12,81

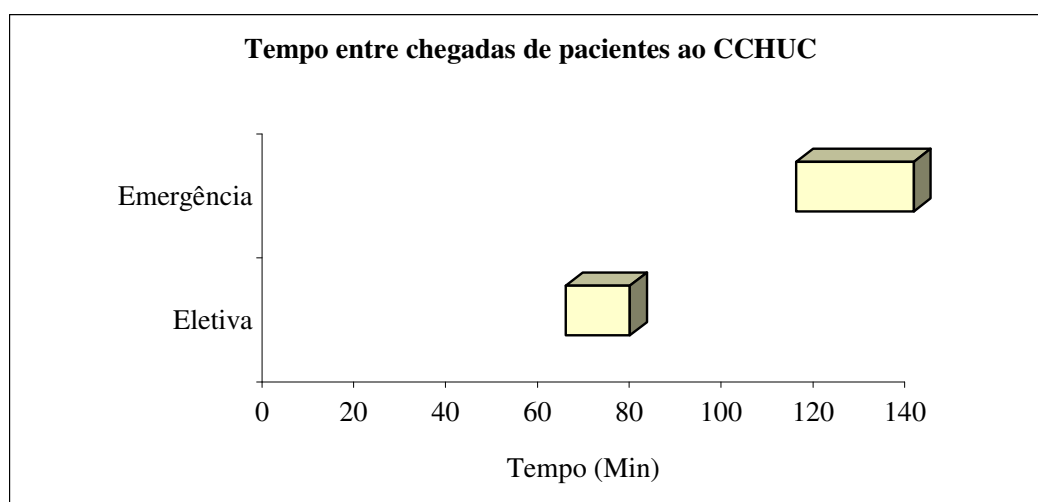


Figura 3.10: Intervalo de tempo de chegada de pacientes

Outra variável a ser tratada no modelo refere-se aos tempos necessários à execução das etapas do fluxo de atendimento do paciente na sala de cirurgia ou tempo de uso de sala. Considerando que os procedimentos cirúrgicos são diferenciados de acordo com a especialidade, é importante analisar se existe variação de tempo de execução para cada especialidade médica considerada.

O primeiro aspecto considerado diz respeito ao percentual representativo de cada especialidade em relação ao tamanho da amostra considerada. As especialidades com maior ocorrência na amostra são, em ordem decrescente, a especialidade de ortopedia (aproximadamente 57%), cirurgia geral (aproximadamente 34%) e neurologia (aproximadamente 3%). As outras dez especialidades somadas correspondem aos aproximados 6% restantes do tamanho da amostra considerada. Diante dessa constatação, o conjunto de dados obtido foi agrupado considerando a especialidade como característica comum às seguintes amostras: cirurgia geral, neurologia, ortopedia e outras.

Definidas as amostras, deve-se, então, calcular os intervalos de confiança para cada atividade executada no fluxo de atendimento. A Tabela 3.3 apresenta os valores dos intervalos de confiança para os tempos médios de execução das atividades executadas na sala de cirurgia calculados para as especialidades e o tempo total de ocupação de sala também para as especialidades estudadas no presente trabalho. Figura 3.11 apresenta os gráficos respectivos.

Ao se analisar os valores obtidos referentes aos intervalos de confiança dos tempos das atividades do fluxo de atendimento do CC, percebe-se que, em sua maioria, os intervalos coincidem, o que implica em que se pode considerá-los estatisticamente igual. Com exceção da etapa de anestesia onde se obteve intervalos de confiança diferentes para as especialidades de cirurgia geral e ortopedia. Entretanto, também se pode constatar que a especialidade de neurologia e o agrupamento denominado “outras” possuem um intervalo bastante amplo, fato este que se deve ao tamanho reduzido da amostra utilizado. Como pode ser constatada, através da fórmula de cálculo do intervalo de confiança anteriormente apresentada (2.1), a amplitude do intervalo é inversamente proporcional ao tamanho da amostra, ou seja, quanto menor as amostras, maiores são os limites do intervalo de confiança.

Diante do exposto, julga-se necessário manter as amostras agrupadas por especialidade, visando a dar maior representatividade ao modelo simulado construído.

Tabela 3.3: Tempo médio de uso de sala

Atividade	Especialidade	Mínimo (Min)	Máximo (Min)	Média (Min)	Semi-intervalo (Min)
Preparação	Cirurgia Geral	9,24	12,69	10,96	1,72
	Neurologia	4,64	14,48	9,56	4,91
	Ortopedia	8,97	11,34	10,16	1,18
	Outras	4,90	11,28	8,09	3,18
Anestesia	Cirurgia Geral	18,71	22,13	20,42	1,71
	Neurologia	20,86	47,31	34,09	13,22
	Ortopedia	25,15	29,94	27,54	2,39
	Outras	17,40	25,84	21,62	4,22
Cirurgia	Cirurgia Geral	78,21	94,28	86,25	8,03
	Neurologia	78,59	230,97	154,78	76,19
	Ortopedia	82,85	95,92	89,39	6,53
	Outras	52,27	100,34	76,30	24,03
Término de anestesia	Cirurgia Geral	11,43	17,04	14,24	2,80
	Neurologia	8,35	13,18	10,76	2,41
	Ortopedia	10,19	12,48	11,33	1,14
	Outras	7,26	13,80	10,53	3,26
Alta de sala	Cirurgia Geral	11,09	16,17	13,63	2,53
	Neurologia	5,25	21,89	13,57	8,32
	Ortopedia	7,90	26,78	17,34	9,44
	Outras	3,14	32,33	17,73	14,59
Total	Cirurgia Geral	122,12	140,67	131,39	9,27
	Neurologia	127,29	287,05	207,17	79,88
	Ortopedia	130,35	148,22	139,29	8,93
	Outras	88,28	147,48	117,88	29,59

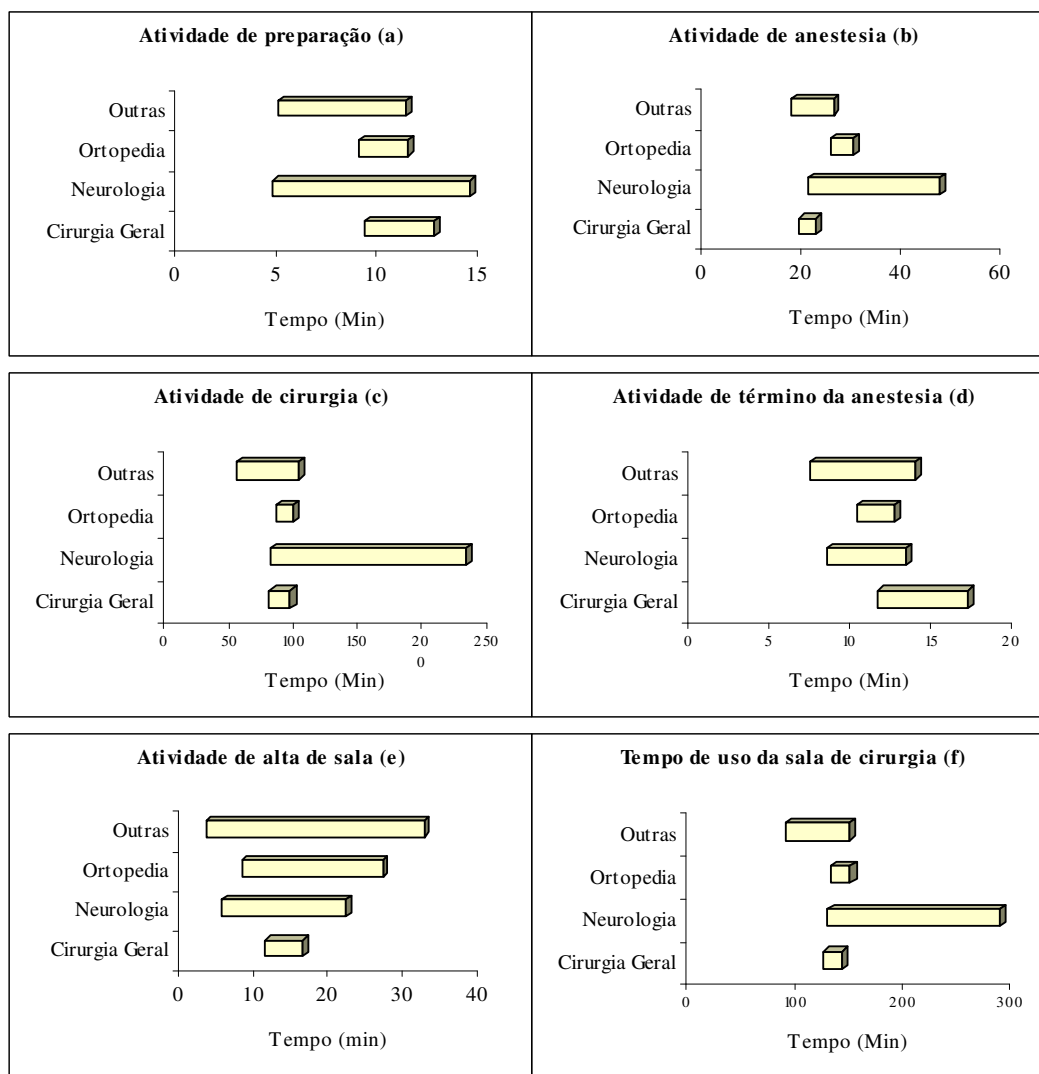


Figura 3.11: Tempo médio de uso de sala

3.7. Tradução do modelo

Nessa etapa procede-se a construção do modelo estudado, utilizando-se de uma ferramenta voltada para a modelagem e simulação de sistemas. No presente trabalho foi utilizado o software Arena versão 6.00.02, da *Rockwell Software Inc*, por ser o atualmente disponível no laboratório onde a pesquisa foi realizada.

Para a identificação das distribuições teóricas de probabilidade que melhor representem o comportamento das variáveis analisadas, foi utilizada a ferramenta *Input Analyzer*, também da *Rockwell Software Inc*. Esta ferramenta faz parte do software *Arena*.

As variáveis previstas para se efetuar a análise comparativa entre os modelos real e os modelos simulados são as seguintes: quantidade de cirurgias realizadas por tipo, quantidade de cirurgias realizadas por especialidade, tempo de uso das salas de cirurgias por especialidade e taxa de ocupação das salas de cirurgia.

Como demonstrado no capítulo anterior, a distribuição dos intervalos de chegada de pacientes para cirurgias é diferenciada por tipo de cirurgia. Isso implica na necessidade de se criar duas entidades chamadas: cirurgia eletiva e cirurgia de emergência.

Utilizando-se o *Input Analyser* para as amostras de intervalo de tempo de chegada, obtém-se como melhor distribuição para cirurgias eletivas a expressão EXPO (70,4) e para as cirurgias de emergências a distribuição EXPO (126).

A distribuição das quantidades de cirurgias foi efetuada de acordo com o percentual de cada uma pelo total de cirurgias que entram no sistema. Essa distribuição é diferenciada de acordo com o tipo de cirurgia e está apresentada na Tabela 3.4.

Tabela 3.4: Distribuição de cirurgias por especialidade

Especialidade	Cirurgia Eletiva	Cirurgia de Emergência
Cirurgia Geral	32%	35%
Neurologia	3%	3%
Ortopedia	58%	57%
Outros	7%	5%

A variável de tempo de uso das salas de cirurgias por especialidade compreende os tempos de execução das tarefas desde que o paciente entra na sala de cirurgia até o momento em que ocorre a limpeza da sala, quando, então, a sala estará disponível para a realização de um novo procedimento cirúrgico.

Não existe, para cada execução, o registro dos tempos gastos na da tarefa de limpeza das salas de cirurgias. Esse tempo é estimado entre 10 a 30 minutos, sendo este intervalo de tempo

utilizado para representar esta atividade pelo pessoal do CC. Esta atividade não possui variação por tipo de cirurgia nem por especialidade. Então, a expressão que melhor representa a sua distribuição teórica de probabilidade é UNIF (10, 30).

Submetendo as amostras dos tempos de execução das demais etapas do fluxo de atividades da sala operatória ao *Input Analyser*, obtêm-se as expressões que melhor representam as distribuições teóricas de probabilidade. As expressões obtidas são apresentadas na Tabela 3.5.

A taxa de ocupação das salas de cirurgias é fornecida em um relatório padrão pelo *Arena*, sendo um valor percentual médio do número de horas diárias em que cada sala de cirurgia permanece ocupada por um procedimento cirúrgico mais o tempo utilizado na limpeza da sala.

Tabela 3.5: Expressões utilizadas nas atividades

Atividade	Especialidade	Expressão
Preparação	Cirurgia Geral	GAMM (11.7, 1.35)
	Neurologia	TRIA (4.5, 10, 40.5)
	Ortopedia	0.5 + LOGN (14.8, 14.3)
	Outras	0.5 + ERLA (7.85, 2)
Anestesia	Cirurgia Geral	1.5 + ERLA (9.46, 2)
	Neurologia	TRIA (10, 20, 110)
	Ortopedia	0.999 + ERLA (13.3, 2)
	Outras	NORM (21.6, 14.4)
Cirurgia	Cirurgia Geral	10 + GAMM (56.3, 1.35)
	Neurologia	TRIA (20, 105, 870)
	Ortopedia	5 + GAMM (54.7, 1.54)
	Outras	10 + LOGN (154, 772)
Término de Anestesia	Cirurgia Geral	5 + WEIB (3.31, 0.337)
	Neurologia	TRIA (4.5, 10, 15.5)
	Ortopedia	1.5 + LOGN (9.55, 8.15)
	Outras	4.5 + 36 * BETA (0.259, 1.29)
Alta de Sala	Cirurgia Geral	5 + WEIB (2.81, 0.319)
	Neurologia	TRIA (4.5, 5, 30.5)
	Ortopedia	4 + WEIB (8.41, 0.672)
	Outras	5 + EXPO (12.7)

A escolha da sala operatória para as cirurgias eletivas é efetuada na fase de agendamento das cirurgias, ou seja, o paciente ocupa a sala previamente definida para ele. No entanto, como

os procedimentos de emergência possuem prioridade, conseqüentemente, o modelo poderá apresentar fila de espera para os procedimentos eletivos. As cirurgias de emergência têm preferência de utilização da sala um, porém se todas as salas estiverem ocupadas e a sala um estiver livre, ela poderá ser utilizada para procedimentos eletivos.

3.8. Verificação e validação

Esta etapa da metodologia tem por finalidade efetuar a validação e verificação do modelo de simulação computacional construído. Este é um requisito importante para que se tenha confiabilidade nos resultados fornecidos pelos experimentos realizados na etapa subsequente.

Antes de se efetuar a comparação dos resultados obtidos através do modelo, é importante definir o número de replicações necessárias para que os intervalos de confiança obtidos tenham a precisão desejada.

De acordo com Freitas Filho (2001), para se definir o tamanho da amostra ou número de replicações deve-se determinar empiricamente um tamanho mínimo de replicações e executar o modelo. Verifica-se se o semi-intervalo de confiança obtido apresenta limites além dos desejados. Pode-se determinar o valor do semi-intervalo desejado ou executar o modelo com um número de replicações maior. Depois de obtidos os valores simulados, a seguinte fórmula deve ser aplicada:

$$n^* = \left\lceil n \left(\frac{h}{h^*} \right)^2 \right\rceil \quad (3.1)$$

Onde:

- n^* : nova estimativa de n
- n : número de replicações
- h^* : semi-intervalo de confiança desejado
- h : semi-intervalo de confiança obtido

Se a nova estimativa de n calculada for maior que o número de replicações utilizado, deve-se aumentar o número de replicações e repetir o processo até que se obtenha uma estimativa para n menor ou igual à utilizada.

Utilizando-se da técnica descrita por Freitas Filho (2001), estima-se um número de replicações inicial de 80. O h obtido para a variável quantidade de cirurgias de emergência é de 0,74. Com um n^* de 90, o h para a mesma variável, numero de cirurgias de emergência, passa a ser de 0,71. Aplicando-se a fórmula, a nova estimativa para n passa a ser 87 replicações.

Ao se repetir o processo deve-se aumentar o número de replicações de 90 para 95. O novo valor de h^* passa a ser de 0,69. Considerando-se, ainda, o valor de n como 90 e o valor de h como 0,71, ao ser aplicada a fórmula o valor para n^* é de 95 replicações. Então, a quantidade de 95 replicações é suficiente para se obter um intervalo de confiança aceitável e com credibilidade. Isso implica que o modelo deverá trabalhar com uma amostra equivalente a 95 dias atividade.

Na seqüência deve-se definir as variáveis que serão utilizadas para as comparações. Em seguida procede-se o cálculo dos intervalos de confiança para a amostra utilizada e calcula-se para as mesmas variáveis, os intervalos e confiança com os valores obtidos no modelo simulado.

Para o presente estudo as seguintes variáveis foram selecionadas: quantidade de cirurgias realizadas por tipo, quantidade de cirurgias realizadas por especialidade, tempo de ocupação de sala por especialidade e taxa de ocupação das salas de cirurgia. Totalizando um número de 16 intervalos de confiança a serem comparados.

Para o cálculo dos intervalos de confiança obtidos na amostra foi utilizada a ferramenta de análise de dados, estatística descritiva, disponível Microsoft Excel 2000. Foi utilizada uma amostra referente a 43 dias úteis de atividades. Estipulou-se um nível de confiança de 95%, mesmo nível de confiança utilizado no modelo simulado, por se tratar de um valor largamente utilizado em análises estatísticas.

A Tabela 3.6 apresenta os valores obtidos para a quantidade média de cirurgias verificadas no cenário real, calculado utilizando-se da amostra, e os valores calculados para a quantidade média de cirurgias através modelo simulado no computador, cenário simulado. A Figura 3.12 apresenta os gráficos referentes aos mesmos valores.

Tabela 3.6: Quantidade de cirurgias realizadas

Tipo de Cirurgia	Cenário	Mínimo	Máximo	Média	Semi-intervalo
Eletiva	Real	8,84	12,82	10,83	1,99
	Simulado	11,31	12,69	12,00	0,69
Emergência	Real	6,90	9,55	8,23	1,32
	Simulado	6,49	7,51	7,00	0,51

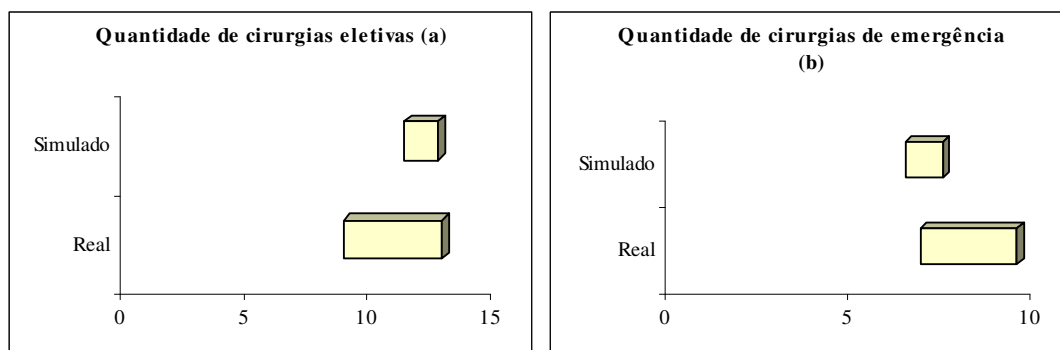


Figura 3.12: Quantidade de cirurgias realizadas

Efetuando-se a análise comparativa dos intervalos de confiança para a variável quantidade de cirurgias por tipo, constata-se que os intervalos de confiança são coincidentes, tanto para as cirurgias eletivas como para as cirurgias de emergência. Então, conclui-se que o modelo simulado possui crédito e é representativo do cenário real, pois ele fornece resultados compatíveis com os resultados apresentados no modelo atual do centro cirúrgico. Entretanto, é necessário efetuar a validação com um número maior de variáveis, implicando em uma maior confiabilidade no modelo simulado.

A Tabela 3.7 apresenta os valores obtidos no cenário real e no cenário simulado, para a quantidade média de cirurgias realizadas, conforme a especialidade médica. A Figura 3.13 apresenta os mesmos valores em forma de gráfico.

Efetuando-se a análise comparativa dos intervalos de confiança para a variável quantidade de cirurgias por especialidade, constata-se que os intervalos de confiança também são coincidentes. Então, de acordo com a metodologia adotada, pode-se creditar maior confiabilidade ao modelo simulado construído, ou seja, ele representa o cenário real com confiabilidade. Entretanto, cabe ainda a confrontação com mais algumas variáveis.

Tabela 3.7: Quantidade de cirurgias realizadas por especialidade

Especialidade	Cenário	Mínimo	Máximo	Média	Semi-intervalo
Cirurgia Geral	Real	5,12	7,66	6,39	1,26
	Simulado	6,01	7,01	6,51	0,50
Neurologia	Real	0,28	0,78	0,53	0,24
	Simulado	0,31	0,55	0,43	0,12
Ortopedia	Real	9,13	12,72	10,93	1,79
	Simulado	9,92	11,14	10,53	0,61
Outras	Real	0,74	1,67	1,20	0,46
	Simulado	0,99	1,49	1,24	0,25

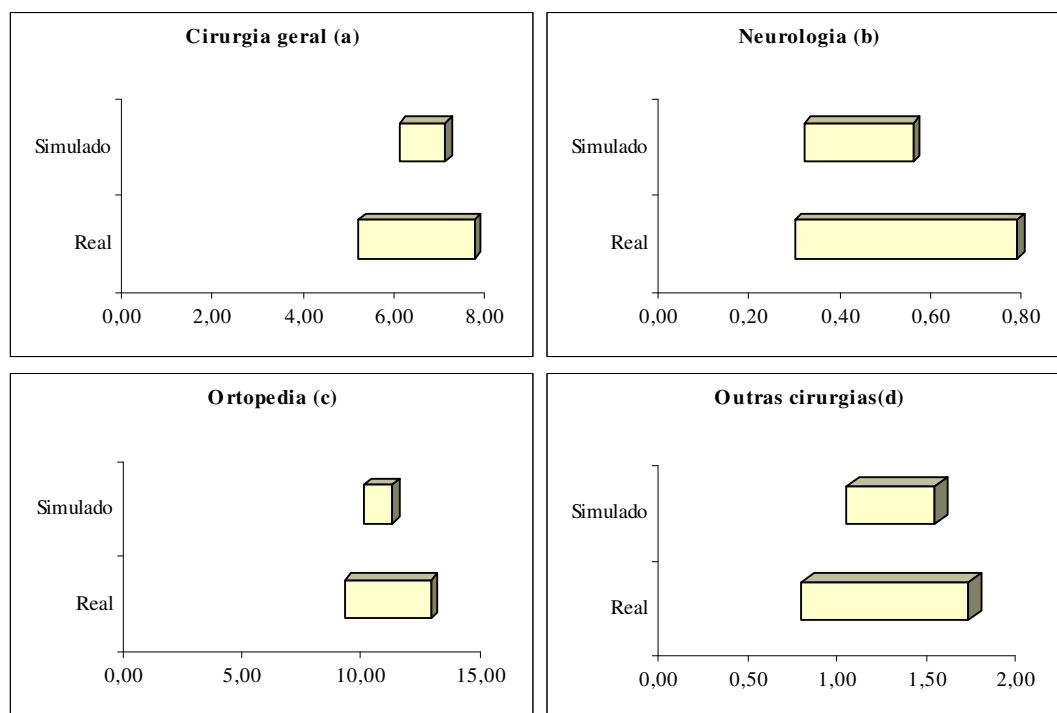


Figura 3.13: Quantidade de cirurgias realizadas por especialidade

A Tabela 3.8 apresenta os valores obtidos para o tempo de ocupação de sala de cirurgia por especialidades médicas, verificados na amostra em comparação com os valores calculados no modelo simulado. A Figura 3.14 apresenta os mesmos valores em forma de gráfico.

Tabela 3.8: Tempo de ocupação de sala por especialidade médica

Especialidade	Cenário	Mínimo (Min)	Máximo (Min)	Média (Min)	Semi-intervalo (Min)
Cirurgia Geral	Real	137,14	179,72	158,43	21,29
	Simulado	167,43	185,01	176,22	8,79
Neurologia	Real	121,88	300,61	211,25	89,36
	Simulado	110,77	201,81	156,29	45,52
Ortopedia	Real	150,31	216,75	183,53	33,21
	Simulado	175,63	188,09	181,86	6,23
Outras	Real	87,19	184,34	135,76	48,57
	Simulado	92,41	136,85	114,63	22,22

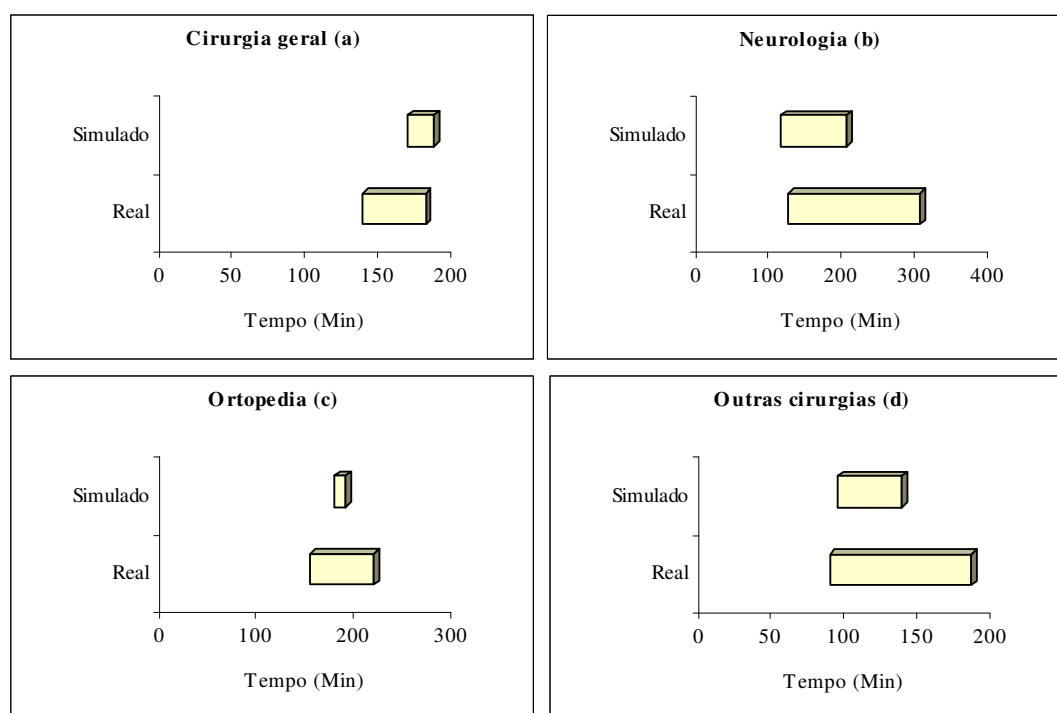


Figura 3.14: Tempo de ocupação de sala por especialidade médica

Efetuando-se a análise comparativa dos intervalos de confiança para a variável de tempo de ocupação de sala de cirurgia por especialidade, constata-se que os intervalos de confiança são coincidentes. Então, tem-se mais um indicador de que o modelo simulado possui crédito e é representativo do cenário real. Cabe, entretanto, a utilização de mais uma variável, conforme previsto anteriormente.

A Tabela 3.9 apresenta os valores obtidos para a taxa de ocupação das salas de cirurgia do CCHUC verificada na amostra do cenário real e os valores calculados no modelo simulado. A Figura 3.15 apresenta os mesmos valores em forma de gráfico.

Efetuando-se a análise comparativa dos intervalos de confiança para a taxa de ocupação de sala de cirurgia, constata-se que em cinco salas de cirurgias os intervalos de confiança são coincidentes. Apenas o intervalo de confiança da taxa de ocupação da sala 1 não ocorre coincidência entre os valores obtidos no cenário real e no cenário simulado. Cabe, então, efetuar uma análise mais detalhada da situação específica da sala 1.

Tabela 3.9: Taxa de ocupação das salas de cirurgias do HUC

Sala de Cirurgia	Cenário	Mínimo	Máximo	Média	Semi-intervalo
Sala 1	Real	0,52	0,70	0,61	0,09
	Simulado	0,74	0,80	0,77	0,03
Sala 2	Real	0,56	0,81	0,68	0,12
	Simulado	0,67	0,75	0,71	0,04
Sala 3	Real	0,64	0,95	0,79	0,15
	Simulado	0,65	0,71	0,68	0,03
Sala 4	Real	0,60	0,83	0,72	0,11
	Simulado	0,60	0,68	0,64	0,04
Sala 5	Real	0,43	0,58	0,50	0,07
	Simulado	0,56	0,64	0,60	0,04
Sala 6	Real	0,53	0,72	0,62	0,09
	Simulado	0,52	0,60	0,56	0,04

O uso da sala de cirurgia 1, a princípio, destina-se aos procedimentos de emergência, porém o que se constata é que esse tipo de procedimento tem prioridade no uso de qualquer sala de cirurgia e, portanto, essa norma não é necessariamente seguida. Conseqüentemente não se verifica na prática uma regra lógica e única que defina a ordem de utilização das salas, ou seja, existe um princípio básico, porém a regra é estabelecida de acordo com a necessidade que se apresentou no dia. Situação semelhante é relatado por Stroparo (2005), que constatou existir distorção entre a taxa de ocupação por especialidade médica do cenário real e do modelo simulado. Na Figura 3.16 o gráfico apresenta o comparativo entre as médias das taxas de ocupação de todas as salas. Nele pode-se constatar que o modelo simulado apresenta uma dis-

tribuição uniformizada, priorizando a sala 1. Já o modelo real apresenta uma distribuição não uniforme, indicando a não existência de uma distribuição uniforme para a ocupação das salas de cirurgia.

Então, efetuando-se o cálculo dos valores para taxa de ocupação, considerando as salas de cirurgia como um conjunto único, tanto para o modelo real como para o modelo simulado, obtém-se os valores apresentados na Tabela 3.10. A Figura 3.17 apresenta o gráfico respectivo, onde se pode constatar a coincidência dos intervalos de confiança. Diante do exposto, conclui-se que o modelo simulado possui crédito e é representativo do modelo real, isto é, pode ser validado.

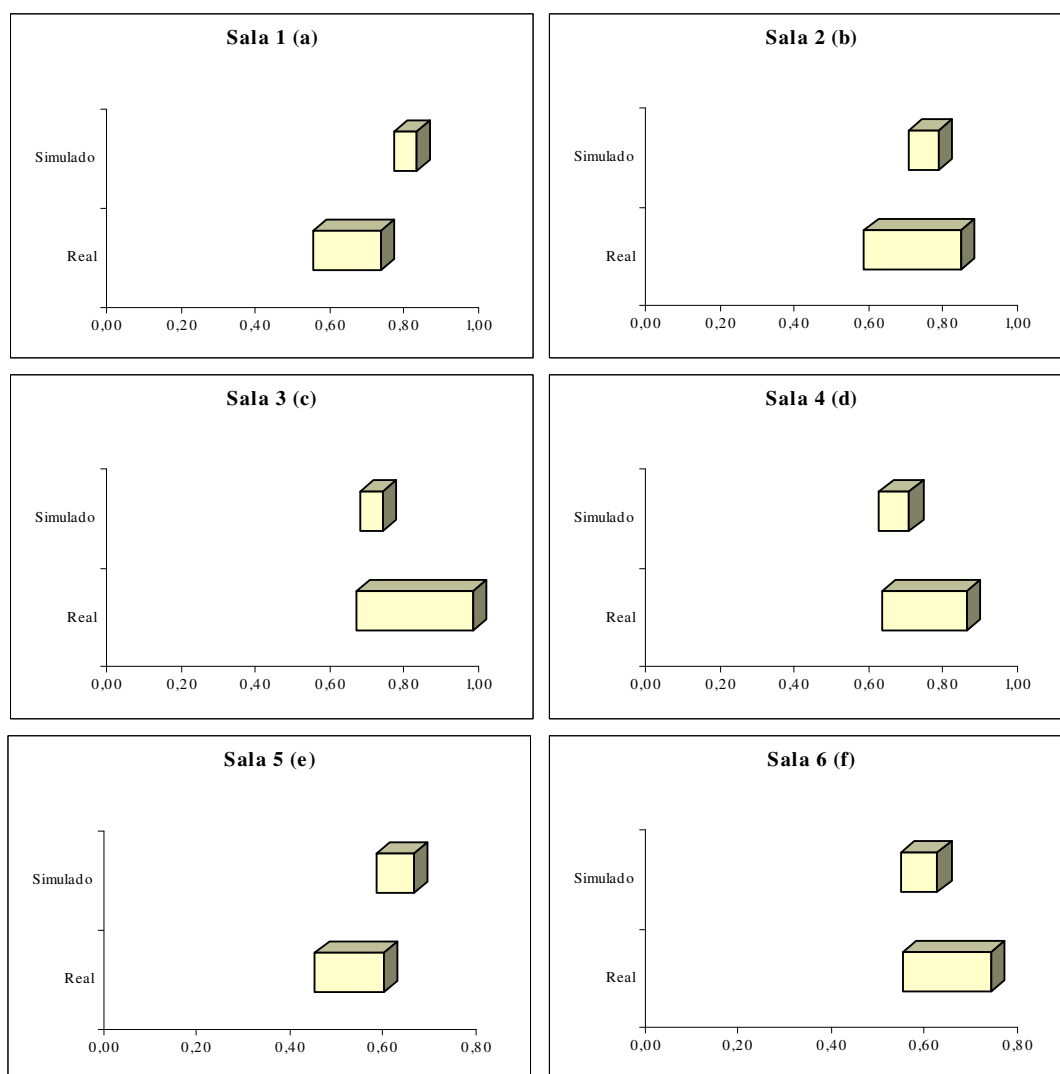


Figura 3.15: Taxa de ocupação das salas de cirurgias do HUC

Considerando os intervalos de confiança para as taxas de ocupação média obtidas no cenário real em comparação com os valores obtidos no modelo simulado, conclui-se que para a variável taxa de ocupação os valores apresentados são iguais.

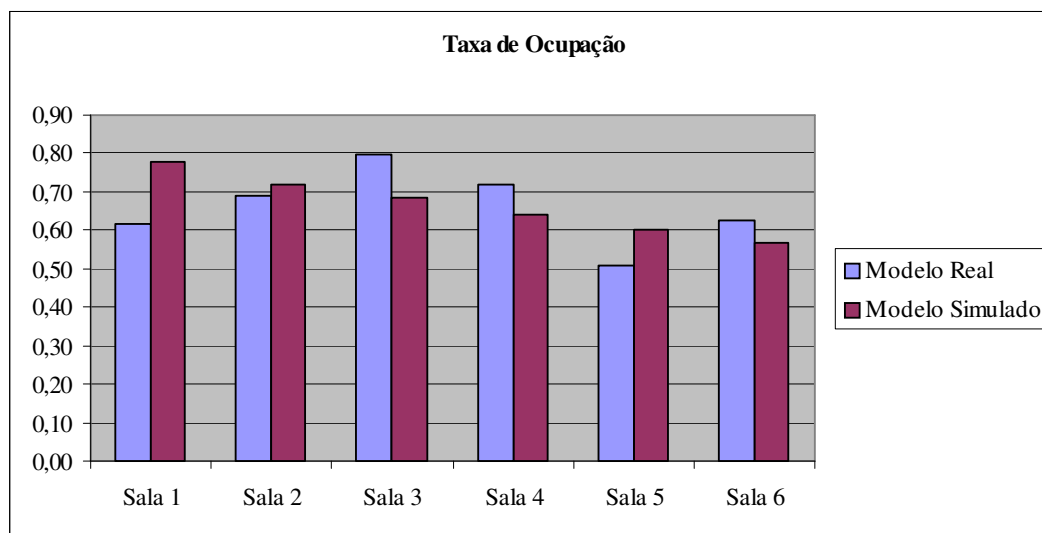


Figura 3.16: Taxa de ocupação das salas do CC

Tabela 3.10: Taxa de ocupação do CC

Modelo	Mínimo	Máximo	Média	Semi-intervalo
Real	0,55	0,76	0,66	0,10
Simulado	0,62	0,70	0,66	0,03

À luz das comparações e análise de todas as variáveis apresentadas neste tópico, conclui-se que o modelo simulado oferece credibilidade e é um modelo representativo do modelo real. Isso implica em que se pode dar continuidade ao presente estudo e efetuar derivações no modelo construído, objetivando tecer conclusões sobre possíveis ganhos nas alterações propostas para o modelo real.

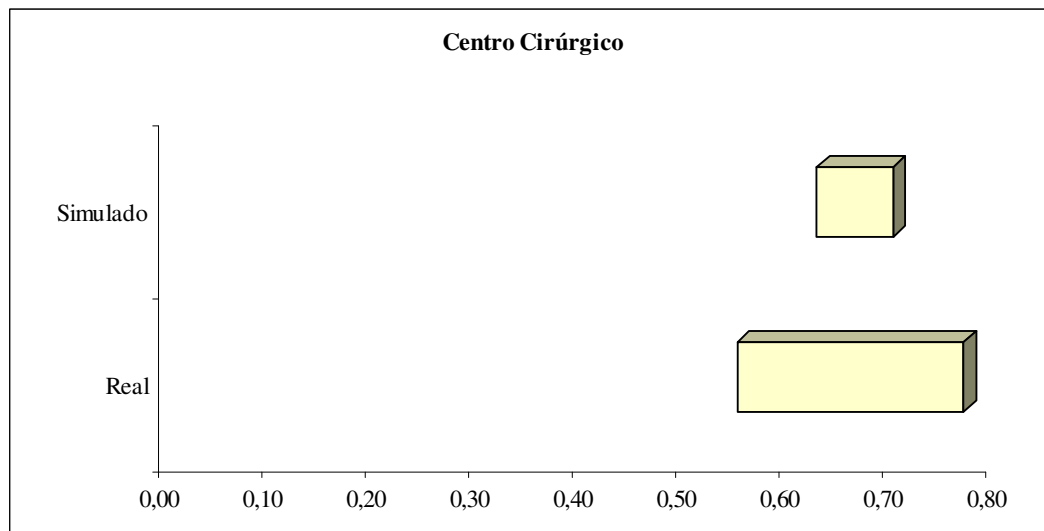


Figura 3.17: Taxa de ocupação do CCHUC

3.9. Aumentando a demanda no cenário atual

Com a conclusão da etapa de validação do modelo simulado construído, tem-se a possibilidade de realizar experimentos que forneçam informações sobre as consequências de modificações efetuadas no cenário atual. Entretanto, deve-se considerar que o modelo simulado não possui restrições de ordem técnica que limite as interferências no cenário. Ou seja, os experimentos somente possuirão validade se previamente for verificada a viabilidade técnica de sua colocação em prática no cenário real.

Considerando que existe um projeto que prevê a ampliação do CCHUC, um experimento possível de ser realizado com o modelo construído seria verificar se a estrutura atual do centro cirúrgico comporta um aumento na demanda de cirurgias. Para a realização deste estudo, pode-se provocar um aumento na frequência de chegada de pacientes no centro cirúrgico e verificar a variação da taxa de ocupação das salas de cirurgias e o tempo.

A Figura 3.18 contém um gráfico que representa a taxa de ocupação atual das salas de cirurgias do CCHUC. Nele verifica-se a existência de ociosidade na utilização das salas.

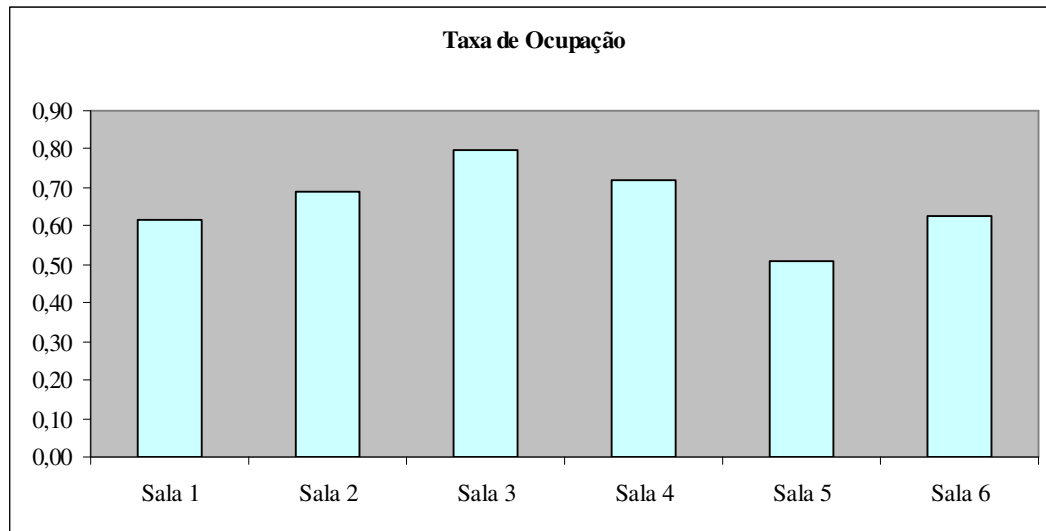


Figura 3.18: Taxa de ocupação atual das salas do CC

Para aumentar a taxa de ocupação das salas torna-se necessário aumentar a quantidade de procedimentos a serem realizados. O cenário atual apresenta uma distribuição representada pela expressão EXPO (126) para as cirurgias de emergência e EXPO (70,4) para as cirurgias eletivas. Para se aumentar o volume de entrada de procedimentos no modelo, deve-se reduzir o intervalo de tempo entre as chegadas das cirurgias. Para isso utiliza-se um fator que aumente a quantidade de entradas no modelo, respeitando a proporção da distribuição de probabilidade aleatória calculada para a amostra obtida no cenário real.

O experimento consiste em incluir um fator δ (delta) na expressão, passando-se a ter as seguintes expressões: $\delta * \text{EXPO}(126)$, para cirurgias de emergência e $\delta * \text{EXPO}(70,4)$, para as cirurgias eletivas, o que altera a distribuição de forma proporcional.

O número de replicações necessárias ao presente modelo para se gerar intervalos de confiança que possuam credibilidade já foi calculado no item anterior do presente trabalho. Portanto, o experimento deve ser realizado com as mesmas 95 replicações que comprovaram que o modelo computacional equivale ao cenário real.

Utilizando-se um fator δ igual a 0,5 obtém-se a duplicação na quantidade de pacientes que entram no modelo. Em seguida, procede-se a etapa de análise dos resultados obtidos com a execução do modelo.

A primeira consideração a ser efetuada é sobre a taxa de ocupação das salas apresentada na Figura 3.18. Ela representa a média de ocupação do CC nos dias úteis e somente no período das seis horas até às 22 horas. Também cabe ressaltar que entre o horário de 19 horas até às 22 horas são realizadas apenas 7% do total de cirurgias eletivas e 17% do total de cirurgias de emergência. Portanto, é nesse período onde se encontra a maior disponibilidade para o aumento do número de cirurgias, principalmente para as cirurgias eletivas.

A Figura 3.19 apresenta o resultado dos valores simulados para a taxa de ocupação das salas operatórias, com a utilização de um valor para delta de 0,5, o que implica na duplicação da quantidade de procedimentos entrando no sistema. Constata-se, então que a taxa de ocupação cresce sensivelmente, porém não atinge 100%. Cabe, então, para se ter uma conclusão mais precisa, analisar outros impactos provocados pelo aumento simulado de demanda.

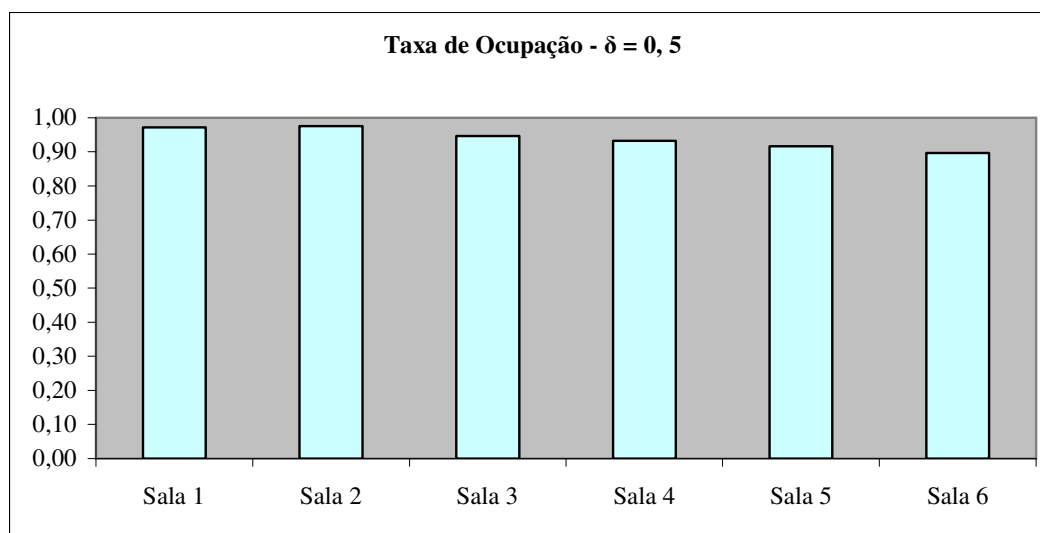


Figura 3.19: Taxa de ocupação das salas do CC – $\delta = 0,5$

Um impacto importante é o tempo de espera do paciente para a liberação de uma sala de cirurgia. A Tabela 3.11 apresenta os valores dos tempos de espera comparativos entre os resultados obtidos para δ igual 0,5 e δ igual a 1,0. A Figura 3.20 apresenta os mesmos valores na forma de gráfico.

Ao se analisar os valores obtidos no experimento, constata-se que o aumento na demanda implica em um aumento significativo no tempo de espera para a liberação de uma sala de

cirurgia. O tempo médio de aproximadamente 12 minutos encontrado no cenário atual do CCHUC, passou a ser de aproximadamente 252 minutos, ou mais de 4 horas. Isso implica em que o atual modelo do CCHUC não comporta um aumento tão significativo na demanda, sem que haja prejuízo para o paciente. Então, pode-se constatar a necessidade de investir no aumento da quantidade de atendimentos no CC.

Tabela 3.11: Tempo de espera – cenário atual

Tempo de espera	Mínimo (Min)	Máximo (Min)	Média (Min)	Semi-intervalo (Min)
$\delta = 0,5$	243,65	259,77	251,71	8,06
$\delta = 1,0$	8,21	15,65	11,93	3,72

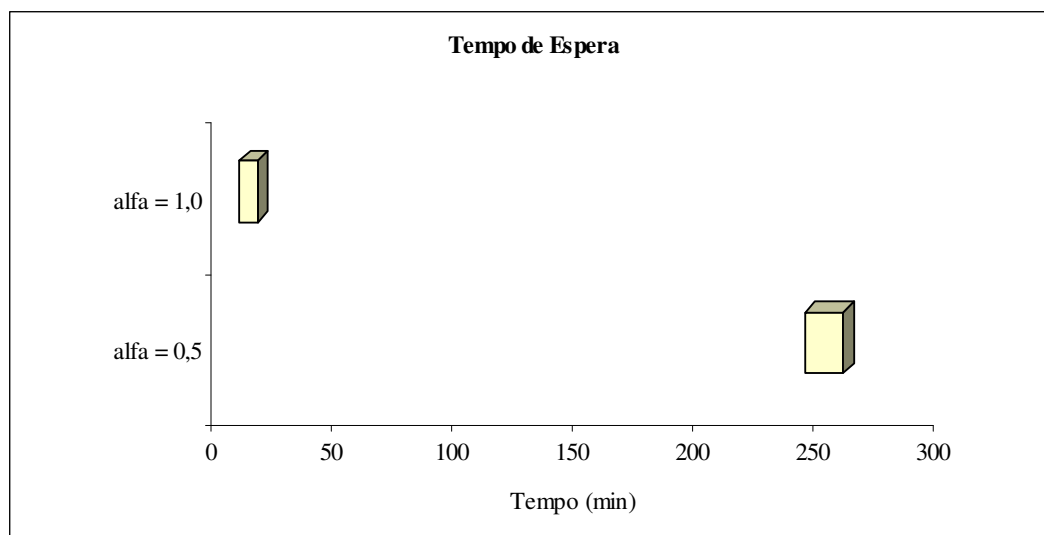


Figura 3.20: Tempo de espera – cenário atual

4. Modelos propostos

O projeto de ampliação do centro cirúrgico do Hospital Universitário Cajuru prevê duas alterações básicas:

- a) Ampliação na quantidade de salas operatórias.
- b) Alteração no fluxo das atividades internas ao CC.

Baseado nesse projeto pode-se derivar dois modelos com o objetivo efetuar uma projeção dos resultados esperados com a implantação das alterações previstas.

O primeiro modelo, denominado cenário proposto I, considera as alterações no fluxo de atividades, mantendo a quantidade de salas de cirurgias; e o segundo modelo, denominado cenário proposto II, prevê o aumento no número de salas de cirurgia das atuais seis para dez, mantendo o fluxo de atividades exatamente como ocorre atualmente.

Primeiramente serão apresentadas as etapas da metodologia utilizada para a construção dos modelos computacionais que representam os cenários propostos. Após a análise e validação dos modelos, eles foram submetidos, assim como cenário atual do CCHUC, ao aumento de demanda previsto para acontecer. Na sequência apresentam-se as comparações de desempenho entre o cenário atual e os dois cenários propostos.

4.1. Cenário proposto I

Este cenário é uma derivação do primeiro modelo validado que representa o cenário atual, ou seja, utiliza as mesmas expressões que representam as distribuições teóricas de probabilidade. Isso se deve que, nesse novo cenário, ocorre uma reestruturação nas etapas do fluxo de atendimento, porém as atividades continuam sendo executadas valendo-se das mesmas técnicas atualmente colocadas em prática.

Para atender à reestruturação proposta, o modelo prevê a criação de um ambiente com a instalação de leitos para a realização de algumas atividades que, no cenário atual, são executadas dentro da sala de cirurgia.

4.1.1. Formulação e análise do problema

O presente trabalho efetua uma análise das atividades executadas dentro das salas de cirurgia. Cada etapa realizada dentro da sala operatória significa um acréscimo no seu tempo de ocupação. Dentre as estruturas físicas existentes em um CC, a sala de cirurgia torna-se o limitador de sua capacidade de produção. Conseguindo-se a redução no tempo de uso da sala para um mesmo procedimento cirúrgico, consegue-se ampliar a capacidade de atendimento, sem a necessidade de altos investimentos em estrutura física.

O presente modelo possibilita analisar o impacto gerado na capacidade de atendimento com a transferência das atividades de preparação, anestesia e alta de sala para outra área dentro do CC, deixando de ocupar as instalações de uma sala de cirurgia.

Permaneceriam as atividades de cirurgia e término da anestesia como as únicas a serem realizadas dentro da sala de cirurgia. A viabilidade técnica dessa alteração já foi avaliada na definição do projeto do novo CC, não sendo objeto do presente estudo a discussão a esse respeito.

Ainda permanece computando no tempo de ocupação da sala de cirurgia a atividade de limpeza, sendo que o término dessa etapa continuará definindo a liberação da sala para a utilização por um novo procedimento.

4.1.2. Formulação do modelo conceitual

As variáveis de entrada e as variáveis resultantes do modelo não sofrem alterações para este novo cenário, pois a avaliação do seu desempenho será efetuada através da comparação dos novos valores obtidos com os obtidos no cenário atual.

A Figura 4.1 apresenta o fluxo das atividades executadas. Em relação ao modelo apresentado anteriormente, a diferença básica reside no fato de que a atividade de limpeza poderá ser efetuada em paralelo com a atividade de alta de sala, pois nesse momento o paciente já deixou a sala de cirurgia. Conseqüentemente, o tempo de ocupação de sala não computará o tempo gasto na atividade de alta de sala.

Também cabe ressaltar que foram incluídas duas novas etapas no fluxo, onde se efetua a transferência do paciente da sala de indução anestésica para a sala de cirurgia e outra etapa de

transferência que ocorre quando é concluída a etapa término da anestesia, quando nesse momento a sala é liberada para que seja procedida a limpeza.

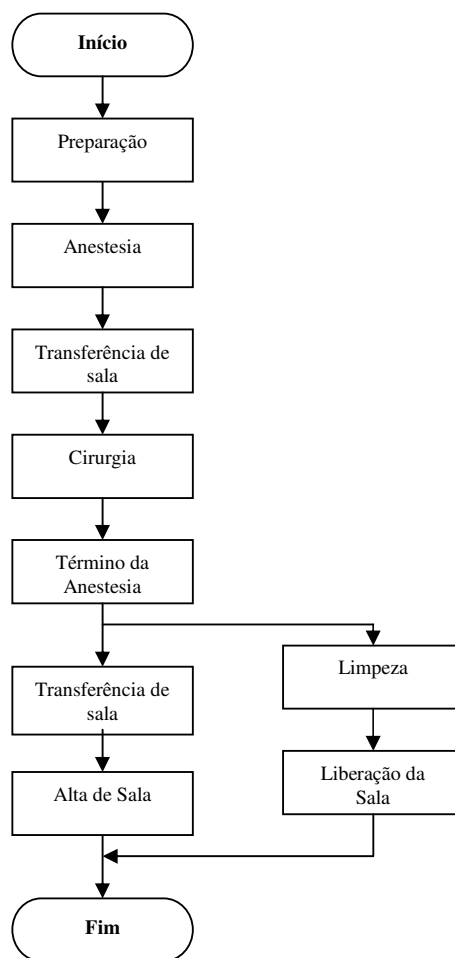


Figura 4.1: Fluxo do cenário proposto I

4.1.3. Tradução do modelo: transformando o conceitual em computacional

O modelo utilizado para o presente estudo, necessariamente, deve ser uma derivação do modelo que representa o cenário atual. Isso se deve ao fato de que o modelo original foi validado, conforme abordado detalhado anteriormente no presente estudo. Dessa forma preserva-se a credibilidade nos valores obtidos no novo modelo proposto.

Primeiramente deve-se considerar que para que se possa retirar atividades de dentro da sala de cirurgia, torna-se necessária a definição de um local para que estas atividades sejam realizadas. O projeto do novo CC prevê a utilização de salas específicas para a execução dessas atividades. A capacidade de atendimento dessas salas é traduzida pelo número de leitos ali instalados. O projeto prevê serem instalados 4 leitos na sala de indução anestésica, onde serão efetuadas as atividades de preparação e anestesia. Mais 6 leitos instalados na sala de RPAI, onde prevê-se a realização da tarefa denominada no modelo atual como alta de sala.

Em decorrência dessa alteração, surgem mais duas atividades que devem ser incluídas no modelo: a transferência do paciente da sala de indução anestésica para a sala de cirurgia e a transferência do paciente da sala de cirurgia para a sala de RPAI. Essas atividades não possuem coleta de tempos, devido a não existirem no cenário atual. Portanto, seus tempos foram estimados. A enfermeira chefe do CC estimou que cada uma dessas atividades deve consumir em média três minutos, não sendo menos que um minuto e nunca mais que cinco minutos.

De acordo com Freitas Filho (2001), a distribuição teórica de probabilidade mais indicada para esse caso é a distribuição triangular, pois se possui a estimativa do valor mais provável e se conhecem o limite inferior e o superior. Conseqüentemente a expressão a ser utilizada é TRIA (1, 3, 5).

Para o cálculo do tempo de ocupação de sala deve ser computado, também, o tempo da atividade de transferência da sala de indução anestésica para a sala de cirurgia. Isso se deve a que o paciente somente deixa a sala de indução anestésica se já houver uma sala pronta e reservada para a execução do procedimento cirúrgico. Entretanto, o tempo gasto na transferência do paciente da sala de cirurgia para a RPAI, não é adicionado, pois no momento em que o paciente sai da sala de cirurgia, a sala é liberada para a próxima atividade, que será a limpeza.

Diante do exposto, o tempo de ocupação de sala passa a ser o somatório dos tempos das atividades de transferência para a sala de cirurgia, cirurgia, término da anestesia e limpeza.

4.1.4. Projeto experimental e experimentação

Utilizando a técnica para determinar o número de replicações detalhado anteriormente, conclui-se que o número de 100 replicações é suficiente para se chegar a um intervalo de confiança com credibilidade e representatividade.

Para este modelo serão apresentadas três experimentações: uma com a distribuição de chegada utilizando um fator δ igual a 1,0, ou seja, distribuição igual à utilizada no modelo original; outra experimentação utilizando um fator δ igual 0,5, resultando na duplicação do número de pacientes que entram no sistema; e a última utilizando um fator δ igual 0,25, resultando na multiplicação por quatro do número de pacientes a entrarem no sistema.

4.1.5. Interpretação e análise estatística dos resultados

A Tabela 4.1 apresenta os valores resultantes da simulação utilizando os três valores para δ e a Figura 4.2 apresenta o gráfico demonstrativo gerado a partir desses valores. Ao analisarmos os valores obtidos constata-se que, mesmo multiplicando a demanda existente por quatro, a taxa média de ocupação das salas não atinge 100%.

A Tabela 4.2 apresenta os valores para os tempos de espera para a liberação de sala operatória em cada experimento efetuado e a Figura 4.3 apresenta os mesmos valores em forma de gráfico. Pode-se constatar que o tempo de espera para a realização de uma cirurgia, no experimento que utiliza um valor para δ igual a 0,25, apresenta um tempo médio de 172,43 minutos, ou quase três horas. Um tempo de espera dessa magnitude, para uma cirurgia de emergência, é considerado um tempo muito elevado pelos profissionais da área de saúde.

Tabela 4.1: Taxa média de ocupação de sala – cenário proposto I

Sala	$\delta = 1,0$	$\delta = 0,5$	$\delta = 0,25$
Sala 1	0,58	0,84	0,95
Sala 2	0,46	0,81	0,95
Sala 3	0,42	0,78	0,93
Sala 4	0,43	0,76	0,92
Sala 5	0,37	0,75	0,91
Sala 6	0,33	0,74	0,89

Tabela 4.2: Tempos de espera para a liberação de sala – cenário proposto I

Valores de δ	Mínimo (Min)	Máximo (Min)	Média (Min)	Semi-intervalo (Min)
1,0	0,89	2,03	1,46	0,57
0,5	25,89	37,41	31,65	5,76
0,25	155,41	172,43	163,92	8,51

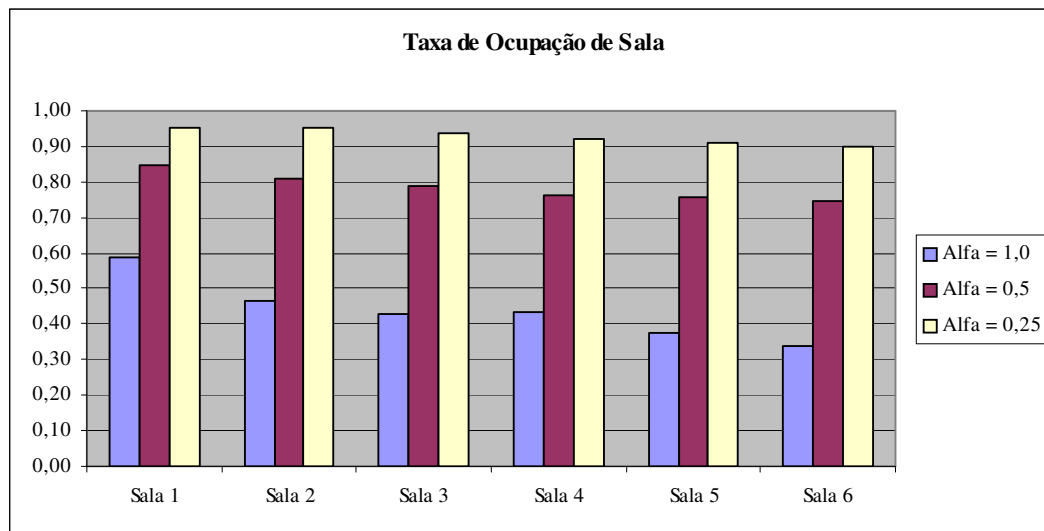


Figura 4.2: Taxa média de ocupação de sala – cenário proposto I

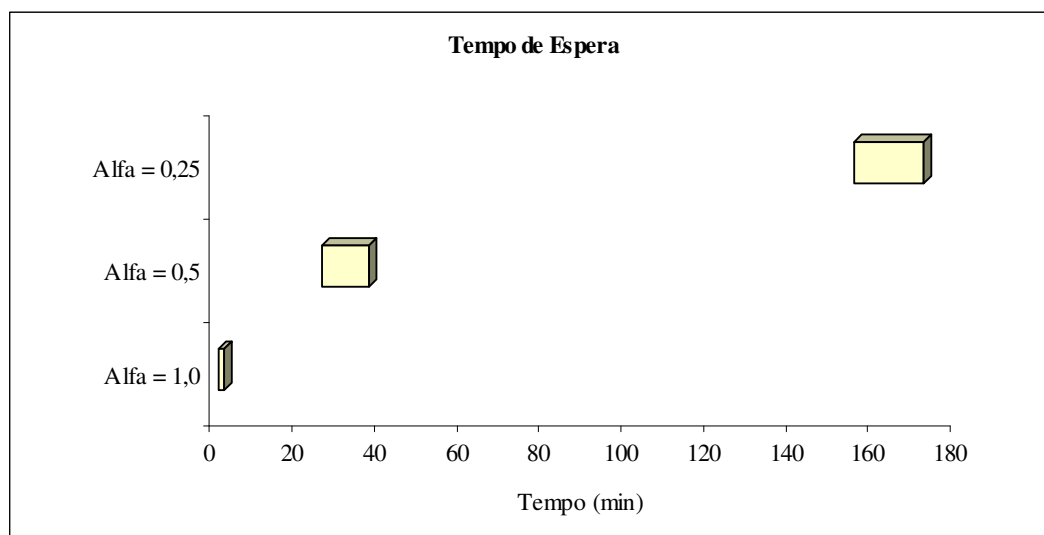


Figura 4.3: Tempos de espera para a liberação de sala – cenário proposto I

Cabe analisar a quantidade realizada de procedimentos cirúrgicos por especialidade, com o intuito de comprovar a expansão de demanda suportada pelo sistema. A Tabela 4.3 apresenta as quantidades médias de cirurgias realizadas, de acordo com a variação de δ . A Figura 4.4 apresenta os mesmos valores em forma de gráfico referentes aos respectivos tipos de cirurgia.

A análise dos números resultantes demonstra que o valor de δ igual a 0,25, implica em um aumento de demanda não suportado pelo modelo. Ao se alterar o valor de δ de 1,0 para 0,5, implicando na duplicação no número de entradas no sistema, a quantidade de cirurgias eletivas e de emergência realizadas praticamente duplicam também. Entretanto, ao se aplicar um novo δ , que significa novamente duplicar o número de entradas no sistema, o acréscimo no número de atendimentos é inexpressivo. Então, pode-se concluir que para atender um aumento tão significativo de demanda, o sistema terá que ser ampliado.

Tabela 4.3: Quantidade de cirurgias realizadas – cenário proposto I

Tipo de Cirurgia	Delta	Mínimo	Máximo	Média	Semi-intervalo
Eletiva	$\delta = 1$	11,34	24,00	12,00	0,66
	$\delta = 0,5$	20,28	42,00	21,00	0,72
	$\delta = 0,25$	23,12	48,00	24,00	0,88
Emergência	$\delta = 1,0$	6,58	14,00	7,00	0,42
	$\delta = 0,5$	12,40	26,00	13,00	0,60
	$\delta = 0,25$	14,35	30,00	15,00	0,65

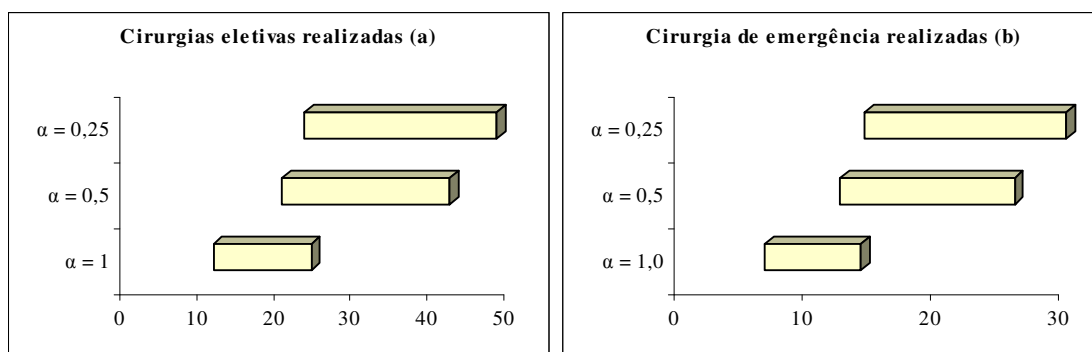


Figura 4.4: Quantidade de cirurgias realizadas – cenário proposto I

4.2. Cenário proposto II

Este modelo também é uma derivação do primeiro modelo criado, ou seja, utiliza as mesmas expressões que representam as distribuições teóricas de probabilidades utilizadas na representação do cenário atuais. Neste cenário somente é considerada a alteração do número de salas de cirurgia, tendo em vista que o número de salas de cirurgias é que limita a capacidade produtiva do CC, conforme foi discorrido anteriormente.

4.2.1. Formulação e análise do problema

O presente modelo efetua uma análise sobre a variação da capacidade de atendimento que terá o CC somente efetuando-se a ampliação da quantidade de salas de cirurgias. O projeto do CC do Hospital Universitário Cajuru prevê a criação de mais quatro salas operatórias, resultando em um total de dez salas.

Considerando somente essa alteração, o modelo simulado apresentará as variações de taxa de ocupação de sala pertinentes e efetua uma estimativa do aumento de capacidade de atendimento.

4.2.2. Formulação do modelo conceitual e tradução do modelo

As variáveis de entrada e as variáveis resultantes do modelo não sofrem alterações para este novo cenário, pois a avaliação do seu desempenho será efetuada através da comparação dos novos valores obtidos com os obtidos no cenário atual.

O presente modelo simulado apresenta o mesmo fluxo de atividades do cenário atual, alterando somente a capacidade de atendimento devido ao aumento do número de salas de cirurgia.

4.2.3. Projeto experimental e experimentação

Utilizando a mesma técnica para determinar o número de replicações detalhado anteriormente, conclui-se que o número de 100 replicações é suficiente para se chegar a um intervalo de confiança com credibilidade.

Para este modelo serão apresentadas três experimentações: uma com a distribuição de chegada utilizando um fator δ igual a 1,0, ou seja, distribuição igual à utilizada no modelo que representa o cenário atual; outra experimentação utilizando um fator δ igual 0,5, resultando na duplicação do número de pacientes que entram no sistema; e a última utilizando um fator δ igual a 0,25, resultando na multiplicação por quatro do número de pacientes que entram no sistema.

4.2.4. Interpretação e análise estatística dos resultados

A Tabela 4.4 apresenta os valores resultantes da simulação com os três valores para δ e a Figura 4.5 apresenta o gráfico demonstrativo gerado a partir desses valores. Ao analisarmos os valores obtidos constata-se que, mesmo multiplicando a demanda existente por quatro, a taxa média de ocupação das salas não atinge 100%. Como constatado na análise efetuada no modelo anterior. Seria precipitado concluir que o modelo atende esse aumento de demanda.

A Tabela 4.5 apresenta os valores para os tempos de espera para a liberação de sala operatória em cada experimento efetuado e a Figura 4.6 apresenta os mesmos valores em forma de gráfico. Pode-se constatar que o tempo de espera para a realização de uma cirurgia, no experimento que utiliza um valor para δ igual a 0,25, apresenta um tempo médio de 97,162 minutos, ou quase duas horas. Um tempo de espera dessa magnitude, para uma cirurgia de emergência, é considerado um tempo muito elevado pelos profissionais da área de saúde.

Cabe analisar a quantidade realizada de procedimentos cirúrgicos por especialidade, com o intuito de comprovar a expansão de demanda suportada pelo sistema. A Tabela 4.6 apresenta as quantidades médias de cirurgias realizadas, de acordo com a variação de δ . A Figura 4.7 apresenta os mesmos valores em forma de gráfico referentes aos respectivos tipos de cirurgia.

Tabela 4.4: Taxa de ocupação de sala de cirurgia – cenário proposto II

Sala	$\delta = 1,0$	$\delta = 0,5$	$\delta = 0,25$
Sala 1	0,68	0,90	0,99
Sala 2	0,46	0,80	0,99
Sala 3	0,44	0,79	0,98
Sala 4	0,42	0,77	0,97
Sala 5	0,38	0,75	0,96
Sala 6	0,38	0,73	0,95
Sala 7	0,35	0,71	0,93
Sala 8	0,32	0,71	0,92
Sala 9	0,29	0,67	0,91
Sala 10	0,26	0,65	0,90

Tabela 4.5: Tempo de espera para a liberação de sala – cenário proposto II

Delta	Mínimo (Min)	Máximo (Min)	Média (Min)	Semi-intervalo (Min)
$\delta = 1,0$	0,01	0,21	0,11	0,10
$\delta = 0,5$	10,96	19,78	15,37	4,41
$\delta = 0,25$	90,83	103,49	97,16	6,33

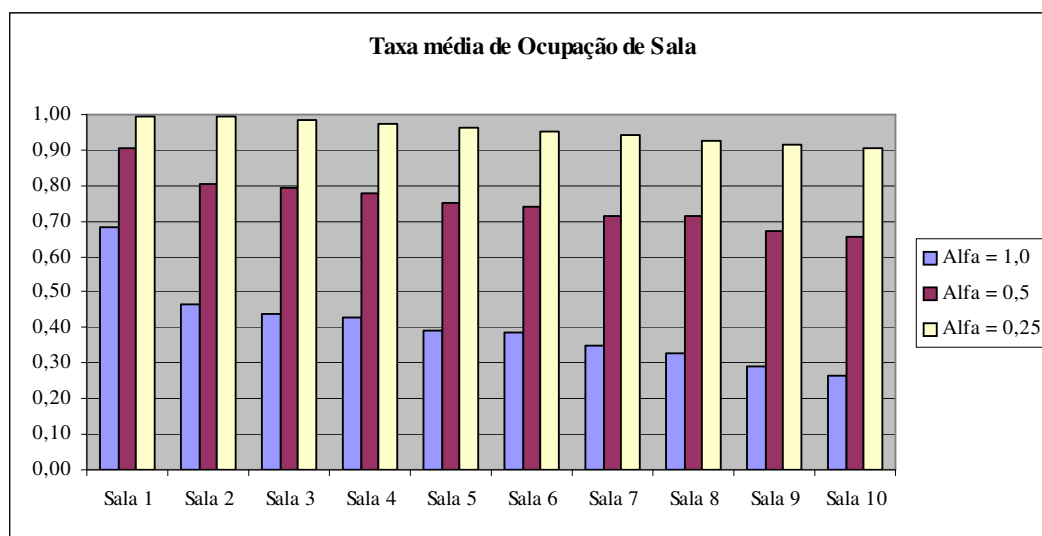


Figura 4.5: Taxa de ocupação de sala de cirurgia – cenário proposto II

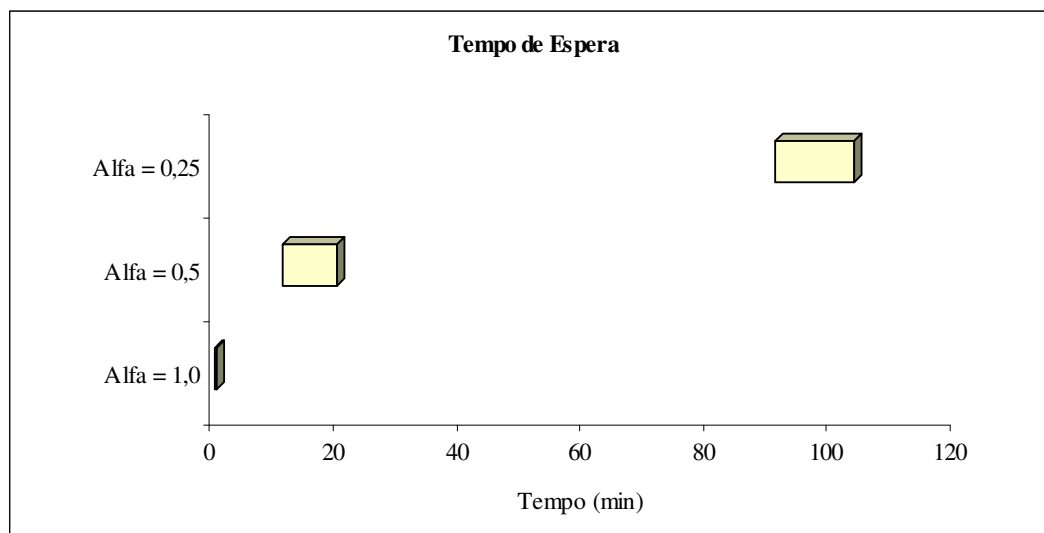


Figura 4.6: Tempo de espera para a liberação de sala – cenário proposto II

A análise dos números resultantes demonstra que o valor de δ igual a 0,25, implica em um aumento de demanda não suportado pelo modelo. Nesse caso, o modelo acusa uma redução no número de cirurgias eletivas realizadas, fato que se deve à prioridade dada às cirurgias de emergência. Percebe-se, também, que no caso de δ igual a 0,5 a quantidade de cirurgias de emergência acompanham o fator, porém as eletivas aumentam em apenas 75%, então a simulação sugere que, a partir de um aumento de 100% na demanda, o sistema deva ser novamente ampliado, sob pena de que seja reduzida a participação da quantidade de cirurgias eletivas atendidas pelo processo.

Tabela 4.6: Quantidade de cirurgias realizadas – cenário proposto II

Tipo de Cirurgia	Delta	Mínimo	Máximo	Média	Semi-intervalo
Eletiva	$\delta = 1,0$	11,27	24,00	12,00	0,73
	$\delta = 0,5$	20,28	42,00	21,00	0,72
	$\delta = 0,25$	18,86	40,00	20,00	1,14
Emergência	$\delta = 1,0$	6,51	14,00	7,00	0,49
	$\delta = 0,5$	13,32	28,00	14,00	0,68
	$\delta = 0,25$	24,01	50,00	25,00	0,99

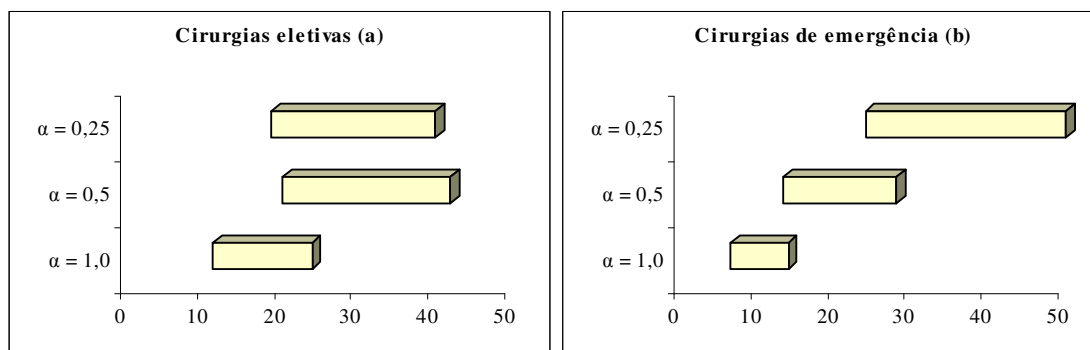


Figura 4.7: Quantidade de cirurgias realizadas – cenário proposto II

4.3. Comparação e identificação das melhores alternativas

Segundo Freitas Filho (2001), nessa etapa da metodologia deve-se efetuar a comparação entre os modelos simulados construídos, com o objetivo de se verificar qual dentre eles apresenta a maior probabilidade de oferecer maior eficiência ao cenário real, de acordo com os critérios técnicos estabelecidos pela instituição e com suas aspirações estratégicas de desempenho.

Nessa etapa são considerados três modelos:

- O cenário atual, que, conforme demonstrado anteriormente, pode-se considerar que representa o cenário real atualmente utilizado pelo CC HUC.
- O cenário proposto I, que reflete as alterações no fluxo de atividades previstas no projeto do novo CCHUC.
- O cenário proposto II, que reflete a ampliação do número de salas de cirurgias, mantendo o atual fluxo de atividades, também previstas no projeto do novo CCHUC.

Para se proceder a confrontação dos modelos, torna-se necessária a especificação dos critérios utilizados como parâmetros de comparação.

O Primeiro passo diz respeito à garantia de que os cenários simulados sejam submetidos às mesmas condições de demanda. Somente então, pode-se ter confiabilidade em se efetuar as comparações em relação à eficiência com que os novos cenários passam a trabalhar. Para a

execução do presente trabalho não foi considerado o aumento real de demanda que é uma projeção para o futuro. O Objetivo foi o de verificar qual demanda os modelos podem suportar, podendo ser objeto de outro estudo a projeção do aumento da demanda.

Tendo-se a garantia de que os diferentes cenários foram submetidos às mesmas demandas, pode-se verificar a eficiência com que os cenários se comportaram. Como parâmetro de eficiência os modelos simulados apresentam as seguintes variáveis:

- a) Tempo médio de ocupação da sala de cirurgia por especialidade.
- b) Taxa de ocupação média das salas de cirurgia.
- c) Tempo médio de espera do paciente para a liberação de uma sala de cirurgia.

Cabe ainda estabelecer que se considera mais eficiente o modelo que apresentar o menor tempo de ocupação de sala por especialidade, o menor tempo de espera para o paciente e a menor taxa de ocupação das salas de cirurgia.

4.3.1. Cenário atual *versus* cenário proposto I

Partindo-se do princípio de que os dois modelos foram submetidos aos mesmos dados de entrada: quantidade de pacientes, tipos de cirurgias e especialidades, pode-se efetuar a comparação dos resultados obtidos nos dois modelos e se determinar qual é a melhor alternativa em termos de eficiência.

Ao se analisar a Tabela e os gráficos apresentados, constata-se que os valores gerados nos dois modelos simulados encontram-se dentro do mesmo intervalo de confiança. Então, pode-se concluir que os dois modelos foram submetidos a uma situação igual de trabalho, o que permite que se passe à etapa seguinte da comparação, que diz respeito à verificação da eficiência do desempenho dos modelos através das variáveis estabelecidas.

A Tabela 4.7 apresenta os valores obtidos nos modelos para o tempo de espera de liberação de uma sala operatória.

A Figura 4.8 apresenta um gráfico com os intervalos de confiança gerados para a variável “tempo de espera” nos dois modelos comparados. Constata-se, então, que os modelos a-

presentaram resultados significativamente diferentes, pois os intervalos de confiança são diferentes para esta variável. Cabe ainda ressaltar, que nesse critério o cenário proposto I mostra-se mais eficiente, devido a ter apresentado um tempo de espera menor.

Tabela 4.7: Tempos de espera – cenário atual e cenário proposto I

Tempo de espera				
Cenário	Mínimo (Min)	Máximo (Min)	Média (Min)	Semi-intervalo (Min)
Atual	8,21	15,65	11,93	3,72
Proposto I	0,89	2,03	1,46	0,57

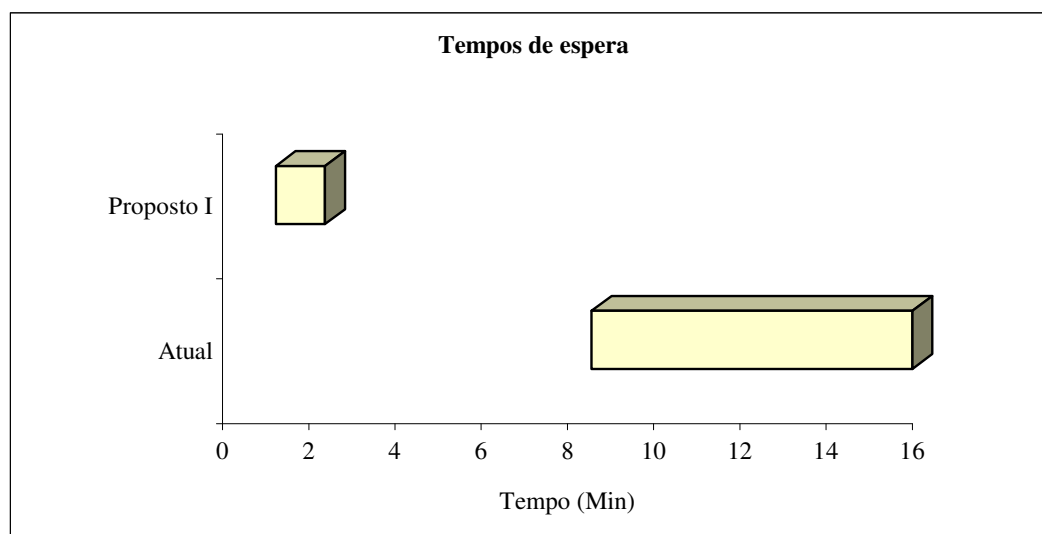


Figura 4.8: Tempos de espera – cenário atual e cenário proposto I

A Tabela 4.8 apresenta os valores obtidos para a taxa de ocupação das salas de cirurgia e a Figura 4.9 apresenta o gráfico respectivo aos valores detalhados na Tabela.

Tabela 4.8: Taxa de ocupação das salas de cirurgia – cenário atual e cenário proposto I

Cenário	Mínimo	Máximo	Média	Semi-intervalo
Atual	0,58	0,74	0,66	0,08
Proposto I	0,34	0,53	0,43	0,09

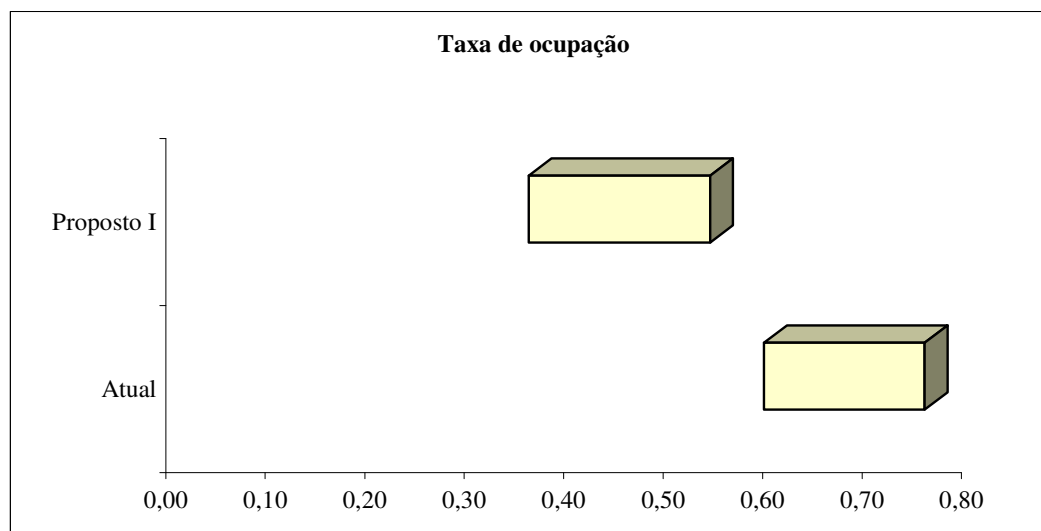


Figura 4.9: Taxa de ocupação das salas de cirurgia – cenário atual e cenário proposto I

A Tabela 4.9 apresenta os valores obtidos nos modelos para a variável “tempo de ocupação de sala de cirurgia” e a Figura 4.10 apresenta os resultados gráficos gerados a partir das tabelas.

Tabela 4.9: Tempo de ocupação de sala – cenário atual e cenário proposto I

Especialidade Médica	Cenário	Mínimo	Máximo	Média	Semi-intervalo
Cirurgia Geral	Atual	167,43	185,01	176,22	8,79
	Proposto I	115,76	126,90	121,33	5,57
Neurologia	Atual	110,77	201,81	156,29	45,52
	Proposto I	45,50	96,02	70,76	25,26
Ortopedia	Atual	175,63	188,09	181,86	6,23
	Proposto I	115,40	122,36	118,88	3,48
Outras	Atual	110,77	201,81	156,29	45,52
	Proposto I	59,75	87,93	73,84	14,09

Ao se analisar os intervalos de confiança para os tempos de ocupação de sala para todas as especialidades cirúrgicas aqui consideradas, pode-se constatar que os resultados obtidos são diferentes, pois se apresentam com intervalos de confiança diferentes.

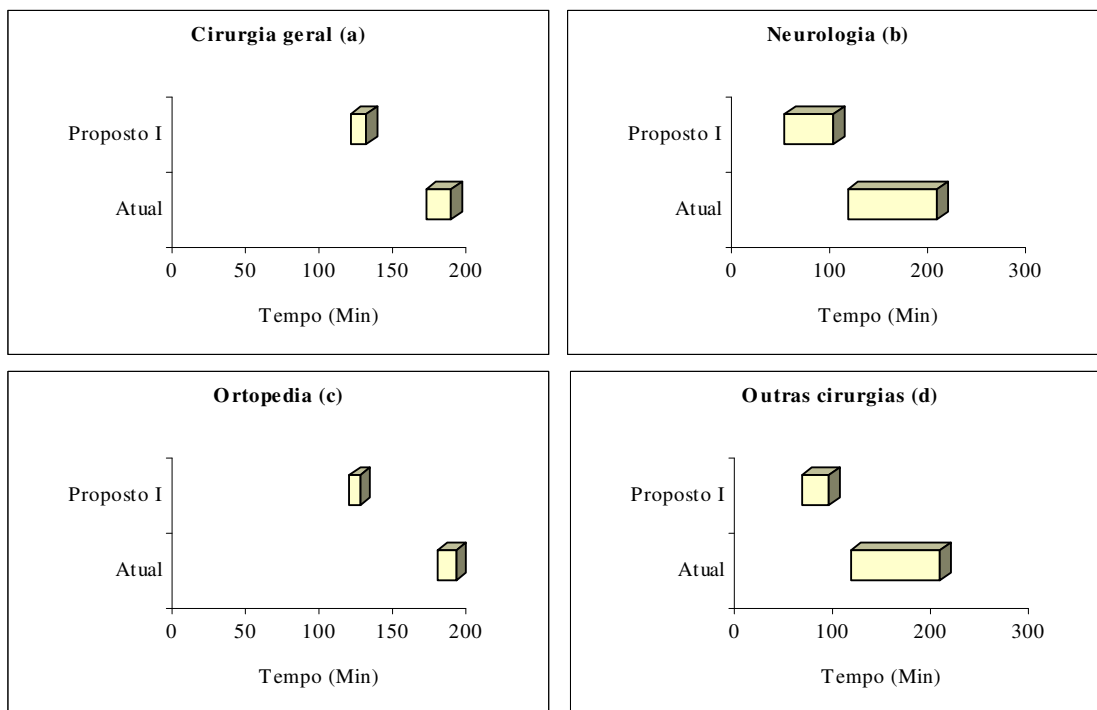


Figura 4.10: Tempo de ocupação de sala – cenário atual e cenário proposto I

De acordo com os critérios anteriormente estabelecidos, pode-se concluir que os resultados encontrados para todas as variáveis apresentam indicação de que existe diferença de eficiência de desempenho nos modelos comparados, tendo em vista que todas as variáveis apresentaram intervalos de confiança não coincidentes.

A partir da análise dos resultados obtidos entres os dois cenários comparados pode-se, de imediato, chegar a duas conclusões:

- a) O cenário proposto I modifica a eficiência de atendimento do CCHUC, portanto pode-se considerar que as mudanças no fluxo de atividades previstas no projeto do novo centro cirúrgico afetarão o cenário atual;

- b) O modelo proposto I, de acordo com os critérios definidos para avaliação de desempenho, apresenta melhor eficiência no fluxo de atividades, pois apresenta o menor tempo de espera, o menor tempo de ocupação de sala por especialidade e a menor taxa de ocupação das salas de cirurgias.

4.3.2. Cenário atual *versus* cenário proposto II

A comparação entre o cenário atual e o cenário proposto II deve seguir os mesmos critérios estabelecidos anteriormente. Primeiramente, deve-se considerar que as comparações dos resultados somente podem ser consideradas válidas se os modelos foram submetidos às mesmas condições de demanda.

A Tabela 4.10 apresenta os valores obtidos nos modelos para o tempo de espera de liberação de uma sala operatória.

A Figura 4.11 apresenta um gráfico com os intervalos de confiança gerados para a variável “tempo de espera” nos dois modelos comparados. Constata-se, então, que os modelos apresentaram resultados significativamente diferentes, pois os intervalos de confianças são diferentes para esta variável. Cabe ainda ressaltar, que nesse critério o modelo 2 mostra-se mais eficiente, devido a ter apresentado um tempo de espera menor.

Tabela 4.10: Tempos de espera – Cenário atual e cenário proposto II

Tempo de espera				
Cenário	Mínimo	Máximo	Média	Semi-intervalo
Atual	8,21	15,65	11,93	3,72
Proposto II	0,01	0,21	0,11	0,10

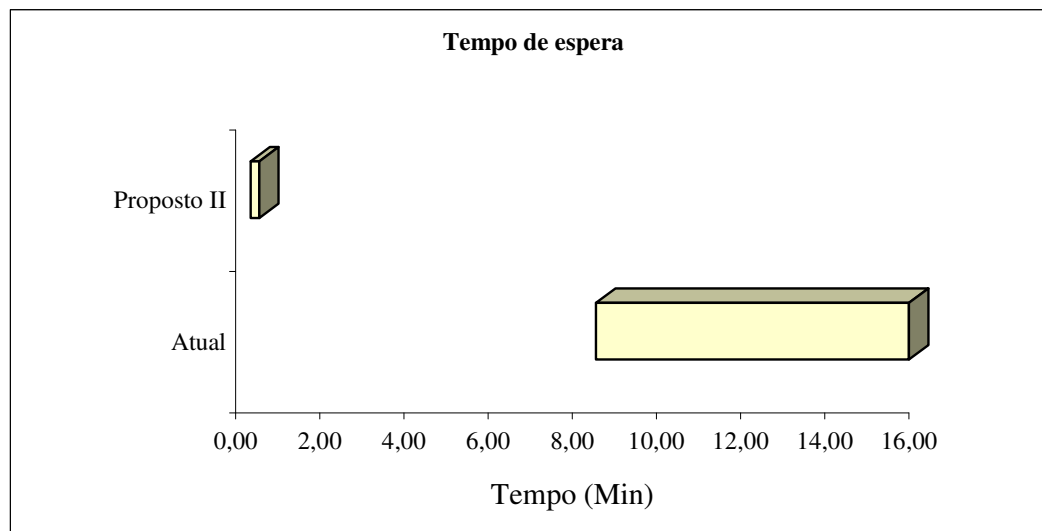


Figura 4.11: Tempos de espera – Cenário atual e cenário proposto II

A Tabela 4.11 apresenta os valores obtidos para a taxa de ocupação das salas de cirurgia e a Figura 4.12 apresenta o gráfico respectivo aos valores detalhados na tabela. De acordo com os intervalos de confiança apresentados, a variável taxa de ocupação também se apresenta com valores diferentes.

Tabela 4.11: Taxa de ocupação das salas – cenário atual e cenário proposto II

Cenário	Mínimo	Máximo	Média	Semi-intervalo
Atual	0,58	0,74	0,66	0,08
Proposto II	0,31	0,48	0,40	0,08

A Tabela 4.12 apresenta os valores obtidos nos modelos simulados para a variável “tempo de ocupação de sala de cirurgia” e a Figuras 4.13 apresenta os resultados gráficos gerados a partir da tabela.

Ao se analisar os intervalos de confiança para os tempos de ocupação de sala para todas as especialidades cirúrgicas aqui consideradas, pode-se constatar que os resultados obtidos são considerados estatisticamente os mesmos. A coincidência dos intervalos de confiança é muito

alta, portanto conclui-se que os dois modelos fornecem resultados de tempo de ocupação de sala diferentes.

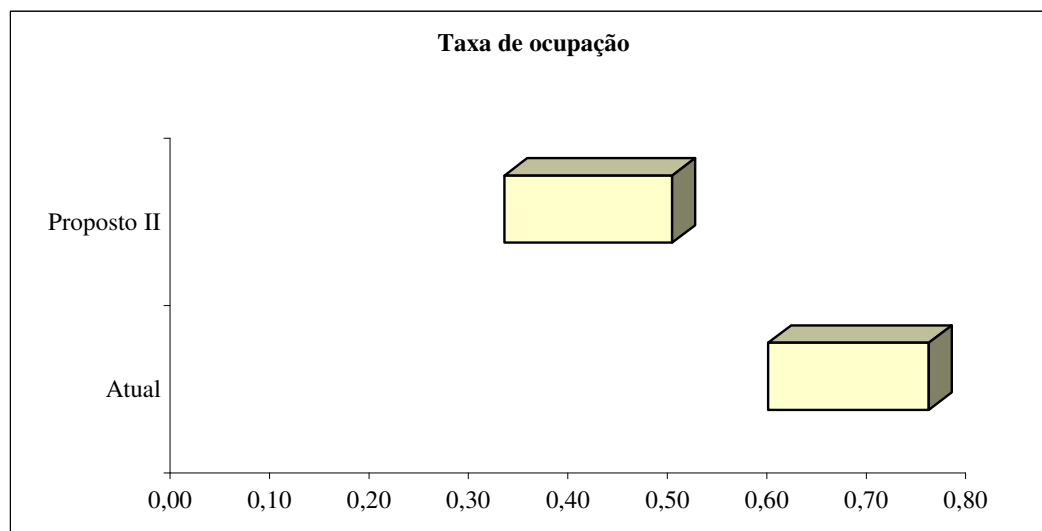


Figura 4.12: Taxa de ocupação das salas – cenário atual e cenário proposto II

Tabela 4.12: Ocupação de sala por especialidade – cenário atual e proposto II

Especialidade Médica	Modelo	Mínimo (Min)	Máximo (Min)	Média (Min)	Semi-intervalo (Min)
Cirurgia Geral	Atual	167,43	185,01	176,22	8,79
	Proposto II	159,79	175,37	167,58	7,79
Neurologia	Atual	110,77	201,81	156,29	45,52
	Proposto II	104,25	189,61	146,93	42,68
Ortopedia	Atual	175,63	188,09	181,86	6,23
	Proposto II	166,59	174,93	170,76	4,17
Outras	Atual	92,41	136,85	114,63	22,22
	Proposto II	103,99	146,75	125,37	21,38

De acordo com os critérios anteriormente estabelecidos, pode-se concluir que os modelos possuem diferenças eficiência de desempenho, pois duas variáveis, tempo de espera e taxa de ocupação, apresentam resultados com diferenças bastante significativas. No entanto, os modelos se equivalem quando se trata do tempo de ocupação das salas de cirurgia.

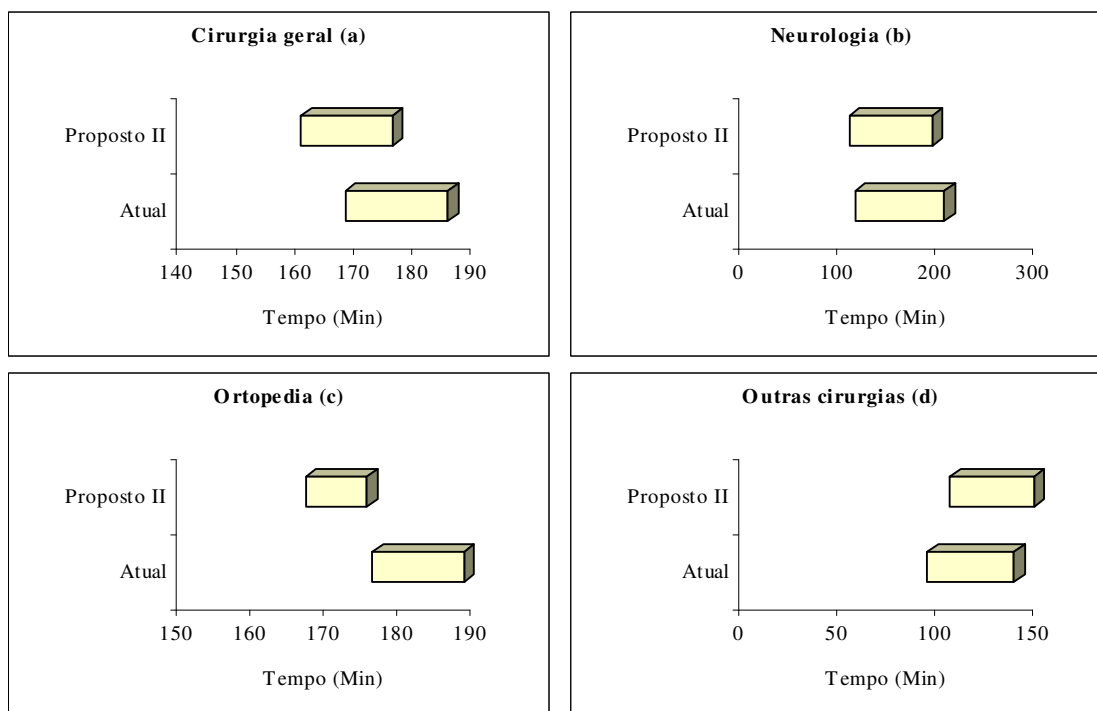


Figura 4.13: Ocupação de sala por especialidade – cenário atual e proposto II

A partir da análise dos resultados obtidos entre os dois cenários comparados pode-se, de imediato, chegar a duas conclusões:

- a) O cenário proposto II modifica a eficiência de atendimento do CCHUC, portanto pode-se considerar que o aumento do número de salas de cirurgias, previsto no projeto do novo centro cirúrgico, afetará o cenário atual;
- b) O modelo proposto II, de acordo com os critérios definidos para avaliação de desempenho, apresenta melhor eficiência no atendimento ao paciente, pois apresenta o menor tempo de espera e menor taxa de ocupação das salas de cirurgia.

Cabe ressaltar que o cenário proposto II mostra-se mais eficiente, entretanto necessita de investimentos elevados para se ampliar o número de salas de cirurgias.

4.3.3. Cenário proposto I *versus* cenário proposto II

Primeiramente deve-se considerar, novamente, que as comparações dos resultados somente podem ser consideradas válidas se os modelos foram submetidos às mesmas condições de demanda.

A Tabela 4.13 apresenta os valores obtidos nos modelos simulados para o tempo de espera de liberação de uma sala operatória.

A Figura 4.14 apresenta um gráfico com os intervalos de confiança gerados para a variável “tempo de espera” nos dois modelos comparados. Constata-se, então, que os modelos apresentaram resultados diferentes, pois os intervalos de confiança são diferentes para esta variável. Cabe ainda ressaltar, que nesse critério o modelo simulado que representa o cenário proposto II mostra-se mais eficiente, devido a ter apresentado um tempo de espera menor.

Tabela 4.13: Tempos de espera – cenário proposto I e II

Tempo de espera				
Cenário	Mínimo (Min)	Máximo (Min)	Média (Min)	Semi-intervalo (Min)
Proposto I	0,89	2,03	1,46	0,57
Proposto II	0,01	0,21	0,11	0,10

A Tabela 4.14 apresenta os valores obtidos para a taxa de ocupação das salas de cirurgia e a Figura 4.15 apresenta o gráfico respectivo aos valores detalhados na tabela.

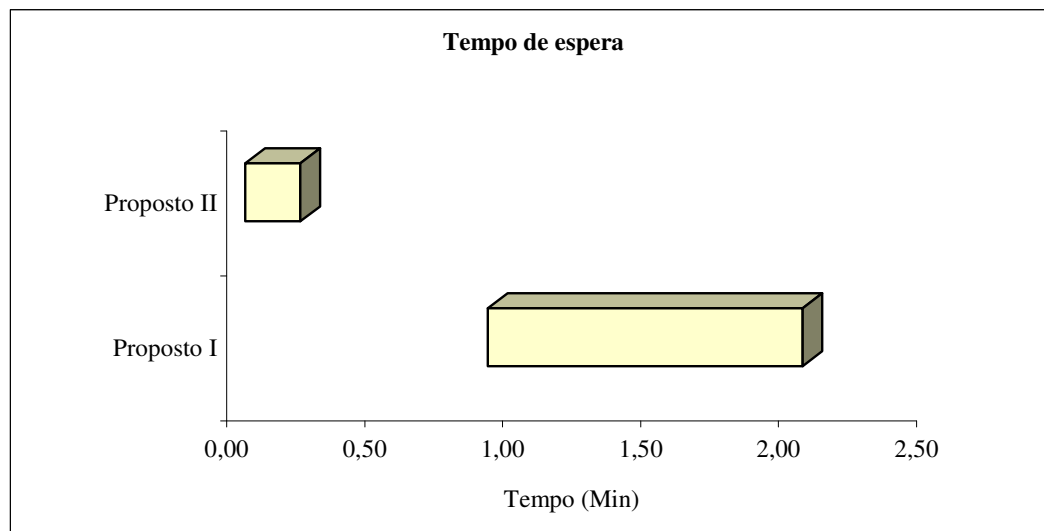


Figura 4.14: Tempos de espera – cenário proposto I e II

Tabela 4.14: Ocupação das salas de cirurgia – cenário proposto I e II

Cenário	Mínimo	Máximo	Média	Semi-intervalo
Proposto I	0,34	0,53	0,43	0,09
Proposto II	0,31	0,48	0,40	0,08

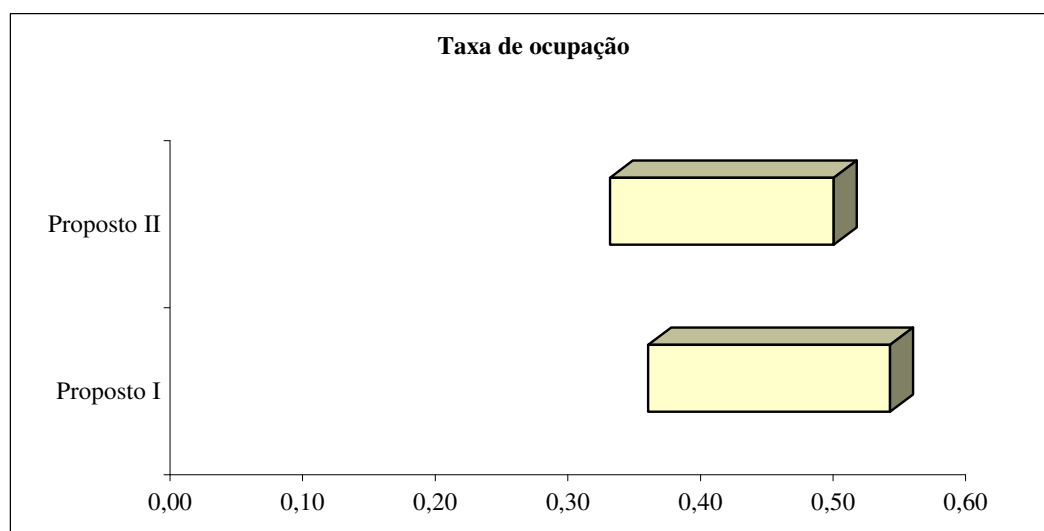


Figura 4.15: Ocupação das salas de cirurgia – cenário proposto I e II

A Tabela 4.15 apresenta os valores obtidos nos modelos simulados para a variável “tempo de ocupação de sala de cirurgia” e a Figura 4.16 apresenta os resultados gráficos gerados a partir da tabela.

Ao se analisar os intervalos de confiança para os tempos de ocupação de sala para todas as especialidades cirúrgicas aqui consideradas, pode-se constatar que os resultados obtidos são diferentes, pois se apresentam com intervalos de confiança diferentes.

Tabela 4.15: Ocupação de sala por especialidade – cenário proposto I e II

Especialidade Médica	Cenário	Mínimo (Min)	Máximo (Min)	Média (Min)	Semi-intervalo (Min)
Cirurgia Geral	Proposto I	115,76	126,90	121,33	5,57
	Proposto II	159,79	175,37	167,58	7,79
Neurologia	Proposto I	45,50	96,02	70,76	25,26
	Proposto II	104,25	189,61	146,93	42,68
Ortopedia	Proposto I	115,40	122,36	118,88	3,48
	Proposto II	175,59	183,93	179,76	4,17
Outras	Proposto I	59,75	87,93	73,84	14,09
	Proposto II	103,99	146,75	125,37	21,38

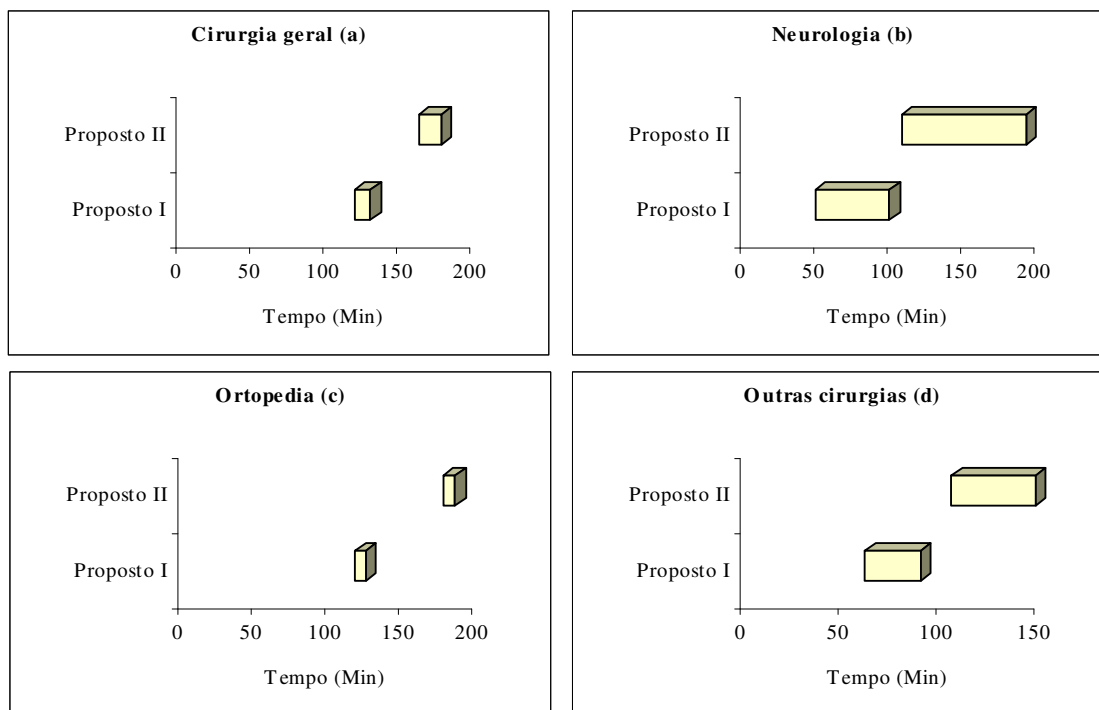


Figura 4.16: Ocupação de sala por especialidade – cenário proposto I e II

De acordo com os critérios anteriormente estabelecidos, pode-se concluir que os resultados encontrados para todas as variáveis apresentam indicação de que existe diferença do desempenho dos modelos comparados, tendo em vista que ocorreram intervalos de confiança não coincidentes.

Para a primeira variável, tempo de espera, o modelo simulado que representa o cenário proposto II apresenta um tempo menor. Entretanto o tempo de espera obtido no modelo simulado que representa o cenário proposto I, apesar de ser maior, não é um tempo muito elevado, pois se encontra em um intervalo que varia de menos de um minuto a, no máximo, dois minutos.

As taxas médias de ocupação das salas de cirurgias são iguais, considerando que os intervalos de confiança são coincidentes. Também se deve considerar que no cenário proposto I não existe a necessidade de ampliação do número de salas de cirurgias, existe apenas a necessidade da instalação de leitos em um ambiente comum.

A variável “tempo de ocupação de sala” apresenta diferenças significativas, sendo que em todas as especialidades o cenário proposto I apresenta os menores tempos.

Então, considerando-se os critérios estabelecidos para comparação, pode-se concluir que o cenário proposto I apresenta uma melhor eficiência de desempenho que o cenário proposto II.

5. Conclusão

Um hospital deve ser considerado, em sua estrutura e funcionamento, como uma empresa qualquer, tratando-se apenas de uma organização dedicada a um campo específico de atuação. Então, uma instituição hospitalar está habilitada a fazer uso das ferramentas e técnicas de gestão já consolidadas no uso por empresas que atuam em ramos de atividades diversos.

O CC é um dos setores que compõem o fluxo de atividades médico-assistenciais, tratando-se de uma unidade hospitalar onde são realizadas operações cirúrgicas e que requer suporte adequado, tanto da equipe de profissionais, como dos aspectos técnico-administrativos, tais como estrutura física (*layout*), equipamentos, regimento, normas e rotinas, visando a prevenção e controle de riscos.

O presente trabalho efetuou seu estudo tomando como referência o centro cirúrgico do Hospital Universitário Cajuru, tendo como base o projeto atual que prevê a ampliação do número de salas de cirurgias e mudanças no fluxo das atividades executadas. O projeto de ampliação visa atender à crescente demanda por cirurgias de emergências e eletivas constatada pela administração do HUC.

No projeto existente para o CCHUC, está prevista a ampliação da sua área construída atual, destacando a inclusão de quatro novas salas de cirurgia, o que resulta em afetar, de forma mais significativa, o processo trans-operatório, principalmente no que se refere à sua capacidade de atendimento de demanda. Então, o presente estudo objetivou avaliar os impactos das alterações estruturais propostas, através do uso da ferramenta de simulação computacional, buscando verificar a real necessidade de ampliação das salas de cirurgias, bem como a existência de alternativas viáveis que possam minimizar a necessidade do alto investimento previsto no projeto atual.

A utilização de simulação computacional em processos hospitalares não é inédita. Porém, no Brasil existem poucos casos relatados, o que implica considerar que é uma ferramenta que está em um estágio embrionário de aplicação no território nacional. Entretanto, é uma técnica que mostra uma utilização crescente em outros países, principalmente em alguns países da Europa e Estados Unidos.

O uso de simulação computacional exige a adoção de metodologia que possa conferir confiabilidade e credibilidade às conclusões obtidas nos experimentos realizados. Para a execução do presente trabalho foi utilizada como referência a metodologia de estudo de caso, que prevê a utilização de “modelos lógicos de programas” como técnica analítica para a realização do estudo. Nessa etapa da metodologia, portanto, cabe a utilização de simulação computacional.

Então, o presente estudo utilizou simulação computacional objetivando analisar as atividades existentes dentro de uma sala de cirurgia e aspirou encontrar as respostas para as seguintes questões:

- **A Simulação Computacional permite representar o modelo do processo utilizado em um centro cirúrgico?**
- **A Simulação Computacional permitirá o estudo de alternativas de cenário para a implantação de melhorias no fluxo de atendimento de um centro cirúrgico?**

O modelo computacional, apresentado no capítulo 3 do presente trabalho, representa o fluxo de atividades que compõem o processo de atendimento de pacientes dentro das salas de cirurgias do CCHUC, composto pelas atividades de: preparação, anestesia, cirurgia, término de anestesia e alta de sala.

A comprovação de que o modelo simulado construído efetivamente reflete o modelo real, reside em duas etapas: análise estatística dos dados coletados e comparação dos resultados obtidos no modelo real com os resultados obtidos no modelo simulado.

Através da análise estatística dos dados coletados, identificou-se que:

- O período crítico para utilização das salas de cirurgia compreendiam os dias úteis e o horário das seis horas às vinte e duas horas.
- As distribuições dos intervalos de tempo de chegada são diferenciadas para as cirurgias eletivas e de emergência.
- Existe diferenciação no tempo de realização das etapas do fluxo de atendimento de acordo com a especialidade médica do procedimento cirúrgico realizado.

Isso implicou em que o modelo de simulação computacional construído buscasse representar o fluxo do CCHUC nos dias úteis e durante o horário crítico de utilização.

Objetivando validar o modelo construído no computador, ou seja, verificar se o modelo poderia ser equiparado ao modelo real, foram realizadas comparações com os resultados obtidos no modelo computacional com a análise estatística da amostra de dados coletadas no CCHUC. Para efetuar a comparação foram selecionadas as seguintes variáveis:

- Quantidade de cirurgias realizadas por tipo (eletiva ou de emergência).
- Quantidade de cirurgias realizadas por especialidade médica.
- Tempo de ocupação de sala para cada especialidade médica.
- Taxa de ocupação do centro cirúrgico.

Através da comparação dos resultados obtidos, para essas variáveis, no CCHUC e no modelo simulado por computador, pode-se assegurar que o modelo construído apresenta credibilidade e representatividade, tendo em vista que os valores obtidos estarem dentro do mesmo intervalo de confiança.

Então, a resposta para a primeira questão que deu origem ao presente estudo é afirmativa, ou seja, é possível construir um modelo utilizando simulação computacional que possa representar o processo de um CC.

Diante da constatação de que o modelo de simulação construído representa a realidade encontrada no CC, pode-se efetuar o passo seguinte, que consistiu em verificar se, com a previsão de crescimento de demanda por cirurgias tanto de emergência quanto eletivas, realmente existe a necessidade de ampliação do CCHUC.

Para a verificação da necessidade da ampliação do CCHUC o modelo simulado construído foi submetido a uma duplicação do número de pacientes entrando no sistema.

Analisando os resultados obtidos com esse experimento, constatou-se que a taxa de ocupação do CCHUC, que era de aproximadamente 66%, quase chegou a 100%. A análise da taxa de ocupação isoladamente poderia levar à conclusão de que o cenário atual suporta um aumento tão significativo na demanda, porém ao se verificar o tempo que o paciente deverá esperar para que uma sala de cirurgia seja desocupada, constatou-se que o tempo cresceu de

12 minutos, em média, para aproximadamente 252 minutos, ou seja, mais de quatro horas em média. Um tempo de espera dessa magnitude para uma cirurgia de emergência pode implicar em um atendimento não adequado ao paciente.

Isso implica e que se pode concluir que o atual cenário do CCHUC não suporta um grande aumento na demanda, sem que a qualidade no atendimento seja prejudicada. Então, pode-se concluir, através dos resultados obtidos no construído de simulação computacional, que o projeto de ampliação do CCHUC faz-se necessário.

Tendo em vista que foi constatado que o modelo simulado construído possui credibilidade e que existe a necessidade de se efetuar alterações no CC para que se possa atender com qualidade a crescente demanda, passou-se à etapa seguinte da metodologia, que prevê a realização de experimentos com cenários alternativos baseados no modelo simulado construído.

O projeto do novo CC prevê duas alterações significativas: ampliação da quantidade de salas de cirurgia e alteração no fluxo das atividades executadas na sala de cirurgia. Então, tendo como premissa que as alterações previstas no projeto já foram alvos de validação por profissionais especializados, o presente estudo foi efetuado com a utilização de três cenários simulados:

- O **cenário atual**, que representa o modelo real do CCHUC.
- O **cenário proposto I**, que apresenta as alterações no fluxo das atividades realizadas na sala de cirurgias e previstas no projeto.
- O **cenário proposto II**, que apresenta a ampliação do número de salas de cirurgias, mantendo o mesmo fluxo e mesmas atividades realizadas dentro das salas de cirurgias.

Cabe ressaltar que a quantidade de cenários possíveis de serem testados, utilizando simulação computacional, são, teoricamente, ilimitados, porém não oferece credibilidade um modelo sugerido que não tenha viabilidade técnica para sua implementação, ou seja, a realização dos experimentos necessita de acompanhamento dos profissionais que atuam no dia-a-dia da instituição e que possuem o conhecimento técnico necessário para validar alterações no cenário estudado.

Definidas as variações de cenários a serem estudadas, foram, então, construídos os respectivos modelos computacionais e executados para que fossem extraídos os resultados isolados e efetuadas as comparações entre os três cenários estudados.

Os critérios utilizados na comparação de desempenho entre os modelos foram os resultados obtidos para:

- Tempo médio de ocupação da sala de cirurgia por especialidade.
- Taxa de ocupação média das salas de cirurgia.
- Tempo médio de espera do paciente para a liberação de uma sala de cirurgia.

Na comparação entre os resultados obtidos no cenário atual e nos cenários propostos I e II, verificou-se que os modelos alternativos oferecem amplas vantagens em relação ao modelo atual. Ou seja, as novas configurações propostas para o CCHUC projetam um desempenho que justifica as alterações previstas no projeto em andamento, pois apresentam melhores taxas de ocupação das salas de cirurgias, menores tempos de espera do paciente para a liberação de sala e menores, ou equivalentes, tempos de ocupação da sala de cirurgia.

Também se verificou que os dois cenários propostos (cenário proposto I e cenário proposto II) suportam com maior eficiência uma duplicação de demanda nas cirurgias.

Na comparação efetuada entre o cenário proposto I e o cenário proposto II, percebe-se que o primeiro modelo apresenta um tempo de espera maior que o segundo, porém o tempo máximo de espera para o cenário proposto I é de aproximadamente dois minutos, portanto é um tempo de espera aceitável. Já os tempos de ocupação de sala apresentam nítida vantagem para o cenário proposto I. E a taxa de ocupação das salas de cirurgia, é equivalente nos dois cenários propostos.

O cenário proposto I apresenta, ainda, a nítida vantagem de não contemplar o alto investimento necessário à construção de novas salas de cirurgia e o cenário proposto II oferece a vantagem de não necessitar alterações no fluxo de trabalho, o que implica em não causar impacto em um processo crítico de trabalho.

Não foi objetivo do presente estudo definir qual seria a melhor opção de estrutura do CCHUC, mas apresentar uma ferramenta que permita a projeção dos resultados a serem obti-

dos com alternativas de cenário existentes. Então, considerando ainda que a técnica de simulação permite um estudo de uma quantidade maior de cenários do que os aqui apresentados, conclui-se que a simulação computacional permite o estudo de alternativas para a implantação de melhorias no fluxo de trabalho, o que responde a questão dois que orientou o presente estudo.

Finalmente, conclui-se que o presente trabalho atingiu os objetivos inicialmente propostos e como sugestões para trabalho futuros, cita-se, por exemplo:

- Incluir no modelo de simulação os demais processos existentes no centro cirúrgico.
- Incluir os recursos de pessoal e equipamentos utilizados em um centro cirúrgico.
- Incluir os custos envolvidos no processo, visando subsidiar melhor as decisões a serem tomadas.
- Considerar o efeito da sazonalidade no estudo de demanda.

Referências Bibliográficas

ABEL-SMITH, B. *The control of health care costs and health reform in the european community*. In As reformas dos sistemas de saúde, atas do IV Encontro Nacional da APES. Lisboa: Associação Portuguesa de Economia da Saúde, 1996, 9-25.

ALVAREZ, Adriana M. e CENTENO, Martha A. *Enhancing simulation models for emergency rooms using VBA*. . Winter Simulation Conference, 1999. Disponível em: <<http://www.informs-cs.org/wscpapers.html>>. Acesso em: 10 jul 2004.

ANTUNES, Arthur Veloso e COSTA, Moacir Nascimento. *Dimensionamento de pessoal de enfermagem em um hospital universitário*. Revista Latino-americana de Enfermagem. Vol. 11, no. 6, p. 832-839, novembro/dezembro 2003.

AZEVEDO, Creuza da Silva. *Gestão Hospitalar: a visão dos diretores de hospitais públicos do município do Rio de Janeiro*. Revista RAP. Rio de Janeiro. Vol. 29, no. 3, p. 33-58, julho/setembro 1995.

BARNES, Catherine Drury e QUIASON, Joaquim L. *Success stories in simulation in health care*. . Winter Simulation Conference, 1997. Disponível em: <<http://www.informs-cs.org/wscpapers.html>>. Acesso em: 10 jul 2004.

BARROS, Pedro Pita e SENA, Catarina. *Quanto maior melhor? Redimensionamento e economias de escala em três hospitais portugueses*. 1998. Universidade de Lisboa. Faculdade de economia.

BERTO, Maria Villares de Souza e NAKANO, Davi Noboro. *Metodologia da pesquisa e a Engenharia de Produção*. 1998. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Produção.

BERTRAND, J. Will M. e FRANSOO, Jan C. *Modelling and simulation: Operations management research methodologies using quantitative modeling*. International Journal of Operation & Production Management, Vol. 22, no. 2, 2002, p-241-264.

BITTAR, Olímpio J. Nogueira. *Hospital: Qualidade e Produtividade*. São Paulo: Sarvier, 1997.

BLASAK, Ruby E., ARMEL, Wendy S. e STARKS, Darrell W. *The use of Simulation to Evaluate Hospital Operations between the Emergency Department and a Medical Telemetry Unit*. Winter Simulation Conference, 2003. Disponível em: <<http://www.informs-cs.org/wscpapers.html>>. Acesso em: 10 jul 2004.

BORBA, Gustavo Severo e RODRIGUES, Luís Henrique. *Pesquisa conhecimento e viabilidade da utilização de simulação computacional nos hospitais da região metropolitana de Porto Alegre*. 1998a. Disponível em: <http://www.read.adm.ufrgs.br/read08/artigo/borba1.doc>. Acesso em: 19 dez 2002.

BORBA, Gustavo Severo e RODRIGUES, Luís Henrique. *Simulação computacional aplicada a sistemas hospitalares*. Revista Eletrônica de Administração da UFRGS, 1998b. Disponível em: <<http://www.read.adm.ufrgs.br/read08/artigo/borba2.htm>> Acesso em: 19 dez. 2002.

BRADY, Thomas F. *Emergency management: Capability analysis of critical incident response*. . Winter Simulation Conference, 2003. Disponível em: <<http://www.informs-cs.org/wscpapers.html>>. Acesso em: 10 jul 2004.

BRITO, Maria José Menezes e ALVES, Marília. *O processo de mudança em um hospital de Belo Horizonte: a visão da enfermeira-gerente*. °R. & A. Revista de Administração da UFLA, Vol. 5, no. 2, julho/dezembro 2003.

BRYMAN, Alan. *Research methods and organization studies*. London: Unwin Hyman, 1989, *apud* BERTO, Maria Villares de Souza e NAKANO, Da-

vi Noboro. *Metodologia da pesquisa e a Engenharia de Produção*. 1998. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Produção.

CALVO, Maria Cristina. *Hospitais públicos e privados no Sistema Único de Saúde do Brasil: O mito da eficiência privada no estado de Mato Grosso em 1998*. Florianópolis, 2002. Tese de Doutorado (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina.

FARHAT, Eleide Margarethe Pereira. *Inovações tecnológicas de gestão e as transformações decorrentes do seu uso em um hospital geral privado de médio porte*. Florianópolis, 1999. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas, Área de Concentração: Avaliação de Inovação Tecnológica) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas. Universidade Federal de Santa Catarina.

FARIAS, Mauro Pi. *Introdução às auditorias operacional e gestional em unidades hospitalares: visão de um administrador*. 2002. Disponível em: <<http://www.cra-rj.org.Br/bcases/art023.doc>>. Acesso em: 03/09/2004.

FREITAS FILHO, Paulo José de. *Introdução à modelagem e simulação computacional*. Florianópolis: Visual Books, 2001.

GHELLERE, Terezinha, ANTÔNIO, Maria Celicina e SOUZA, Maria de Lourdes de. *Centro Cirúrgico: aspectos fundamentais para enfermagem*. 3^a ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 1993.

GIL, Antonio Carlos. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 3^a ed. São Paulo: Atlas, 1991.

GONÇALVES, Ernesto Lima. *A empresa no mundo moderno*. 2001. Disponível em: <<http://www.fides.org.br/artigo05.pdf>>. Acesso em: 03/09/2004.

GONÇALVES, Ernesto Lima. *Administração de Recursos Humanos nas Instituições de Saúde*. São Paulo: Pioneira, 1987.

GUERRA, Mauri José e DONAIRE, Denis. *Estatística indutiva: teoria e aplicações*. 5ª ed. São Paulo: LTC, 1982.

HARREL, Charles R, MOTT, Jack R.A, BATEMAN, Robert E, BOWDEN, Royce G. e GOGG, Thomas J. *Simulação: otimizando os sistemas*. 2ª ed. São Paulo: Belge, 2002.

HEFLIN, Deborah L. e HARRELL, Charles R.. *Healthcare simulation modeling and optimization using Medmodel*. Winter Simulation Conference, 1998. Disponível em: <<http://www.informs-cs.org/wscpapers.html>>. Acesso em: 10 jul 2004.

HUC – Hospital Universitário Cajuru. *Regimento do Centro Cirúrgico do Hospital Universitário Cajuru*. Curitiba, 2001a.

HUC – Hospital Universitário Cajuru. *Treinamento de padronização das unidades gerenciais básicas*. 7ª versão. Curitiba, 2001b.

HUC – Hospital Universitário Cajuru. *Unidade gerencial básica: Centro Cirúrgico*. Curitiba, 2002.

HUC – Hospital Universitário Cajuru. *Estatística mensal*. Curitiba, 2003.

JACOBI, M. A. *How to unlock the benefits of MRP II and just-in-time*. In. Hospital Materiel Management. Vol. 15, p. 12-22, 1996.

KELTON, W. David, SADOWSKI, Randall P. e STURROCK, David T. *Simulation with Arena*. 3ª ed. New York: McGraw-Hill, 2004.

LE MOS, Ana Carla. *Aplicação de uma Metodologia de Ajuste do Sistema Kanban em um Caso Real Utilizando a Simulação Computacional*. Florianópolis, 1999. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina.

LOWERY, Julie C. *Getting started in simulation in healthcare*. Winter Simulation Conference, 1998. Disponível em: <<http://www.informs-cs.org/wscpapers.html>>. Acesso em: 10 jul 2004.

LOWERY, Julie C. e DAVIS, Jennifer A. *Determination of operating room requirements using simulation*. Winter Simulation Conference, 1999. Disponível em: <<http://www.informs-cs.org/wscpapers.html>>. Acesso em: 10 jul 2004.

MILLER, Martin J., FERRIN, David M. e SZYMANSKI, Jill M. *Simulating Six Sigma improvement ideas for a hospital emergency department*. Winter Simulation Conference, 2003. Disponível em: <<http://www.informs-cs.org/wscpapers.html>>. Acesso em: 10 jul 2004.

MOORE, David. *A estatística básica e sua prática*. Rio de Janeiro: LTC, 2000.

NACHMIAS, D. *Research methods in the social sciences*. New York: Dt. Martin, 1992.

OSIDACH, Vera Z. e FU, Michael C.. *Computer simulation of a mobile examination center*. Winter Simulation Conference, 2003. Disponível em: <<http://www.informs-cs.org/wscpapers.html>>. Acesso em: 10 jul 2004.

PEDGEN, D. C., SHANNON, R. E. e SADOWSKI, R. P. *Introduction of Simulation using Siman*. 2a ed. New Jersey: McGraw-Hill, 1995. *apud* LEMOS, Ana Carla. *Aplicação de uma Metodologia de Ajuste do Sistema Kanban em um Caso Real Utilizando a Simulação Computacional*. Florianópolis, 1999 Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina.

PERDONÁ, Gleici Castro, MONTEIRO, Rosane Aparecida, VIOLA, Denise Nunes e ROCHA, Juan Stuardo Yazlle. *Simulação Aplicada à Administração Hospitalar*. 2003. Disponível em:

<<http://www.avesta.com.br/anais/dados/trabalhos/186.pdf>>. Acesso em: 07 jul 2004.

PRADO, Darci. *Teoria das filas e da simulação*. Belo Horizonte: EDG, 1999a.

PRADO, Darci. *Usando o Arena em simulação*. Belo Horizonte: EDG, 1999b.

PROTIL, Roberto Max e MOREIRA, Vilmar Rodrigues. *Considerações sobre a Logística de Suprimentos em Hospitais: Um Estudo de Caso*. PUCPR, 2003.

RAMIS, Francisco J., PALMA, Jorge L. e BAESLER, Felipe F. *The use of simulation for process improvement at na ambulatory surgery center*. Winter Simulation Conference, 2001. Disponível em: <<http://www.wintersim.org/prog01.htm>>. Acesso em: 10 jul 2004.

RIBEIRO, Herval Pina. *O hospital: história e crise*. São Paulo: Cortez, 1993.

ROSSETTI, Manuel D, TRZCINSKI, Gregory F. e SYVERUD, Scott A. *Emergency department simulation and determination of optimal attending physician staffing schedules*. . Winter Simulation Conference, 1999. Disponível em: <<http://www.informs-cs.org/wscpapers.html>>. Acesso em: 10 jul 2004.

SAMANA, Guy. *Enfermagem no centro cirúrgico*. Vol. 1. São Paulo: Organização Andrei Editora, 1986.

SANCHES, Susan M, FERRIN, David M, OGAZON, Tom e SEPÚLVEDA, José A. *Emerging issues in healthcare simulation*. . Winter Simulation Conference, 2000. Disponível em: <<http://www.informs-cs.org/wscpapers.html>>. Acesso em: 10 jul 2004.

SANTOS, Antonio Raimundo dos. *Metodologia científica: a construção do conhecimento*. 2ª ed. Rio de Janeiro: DP&A, 1999.

SOBECC - Sociedade Brasileira de Enfermeiros de Centro Cirúrgico, Recuperação Pós-Anestésica e Centro de Material e Esterilização. *Práticas recomendadas*. 1ª ed. São Paulo, 2000.

SPAGNOL, Carla Aparecida e FERRAZ, Clarice Aparecida. *Tendências e perspectivas da administração em enfermagem: um estudo na Santa Casa de Belo Horizonte - MG*. Revista Latino-americana de Enfermagem. Vol. 10, no 1, p. 15-20, janeiro/fevereiro 2002.

STROPARO, Joelson Ricardo. *Estudo da taxa de ocupação do centro cirúrgico através da modelagem e simulação de sistemas*. Curitiba, 2005. Dissertação (Mestrado em Tecnologia e Saúde) – Programa de Pós-Graduação em Tecnologia em Saúde da Pontifícia Universidade Católica do Paraná.

TORTATO, Ubiratã. *Aprendizagem organizacional: vantagem competitiva permanente*. 1999. CEPPAD/UFPR e PUCPR.

TUBINO, Dalvio Ferrari. *Manual de planejamento e controle da produção*. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 2000.

WITIUK, Reginaldo. *A reorganização do processo de pronto atendimento para a gestão da qualidade e do ensino em um hospital universitário público*. Curitiba, 1998. Dissertação (Mestrado em Educação, Área de Concentração: Gestão de Instituições de Ensino) – Departamento de Pós-Graduação. Pontifícia Universidade Católica do Paraná.

YIN, Robert K. *Estudo de caso: planejamento e métodos*. 2ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.