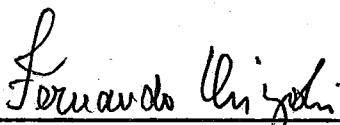


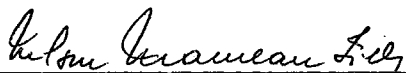
"DOIS MODELOS DE SIMULAÇÃO PARA  
SISTEMAS DE SAÚDE"

*Artur André do Valle Freitas*

TESE SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DA COORDENAÇÃO DOS PROGRAMAS DE PÓS  
-GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO  
COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE  
MESTRE EM CIÊNCIA (M.Sc.)

Aprovada por:

  
Prof. Fernando Yassuo Chiyoshi  
(Presidente)

  
Prof. Nelson Maculan Filho

  
Prof. Claudio Bornstein

RIO DE JANEIRO  
ESTADO DO RIO DE JANEIRO - BRASIL  
DEZEMBRO DE 1976

*A Cristiana Maria,  
minha filha*

## AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Professor Fernando Yassuo Chiyoshi, pelo inestimável apoio na apresentação de críticas e sugestões;

A todos os Professores dos Programas de Engenharia de Sistemas e de Produção da COPPE/UFRJ, pelos ensinamentos ministrados;

A Vanderlice Rangel Fernandes, pelo excelente trabalho de datilografia.

RESUMO

Este trabalho consiste na apresentação de dois modelos de sistemas de saúde desenvolvidos com o emprego de técnicas de simulação em computadores. Os dados empíricos gerados pelos modelos podem ser usados para duas finalidades básicas:

- i) testar os modelos analíticos que venham a ser, eventualmente, desenvolvidos;
- ii) analisar problemas práticos, estabelecendo relações quantitativas entre os diversos elementos dos sistemas.

No primeiro modelo é analisado o funcionamento de um ambulatório, com ênfase na avaliação do emprego de diferentes sistemas de marcação de consulta.

O segundo modelo trata da simulação de um centro cirúrgico, visando o dimensionamento do número de leitos.

Inicialmente são apresentadas descrições dos sistemas e da estrutura dos simuladores. Em seguida, o emprego dos modelos é ilustrado com exemplos de simulação e respectivas análises dos resultados. Finalmente, são feitas descrições detalhadas dos programas para computador visando possibilitar a fácil utilização dos mesmos.

ABSTRACT

This thesis consists in presenting two health systems models carried out by employing computer simulation technics. The empiric data generated by the models can be used for the two following basic purposes:

i) to test analytical models which can be eventually, developed;

ii) to analyse practical problems, establishing quantitative relationships among the various system elements.

In the first model the operating of an outpatient clinic is analysed, with emphasis on the evaluation of the use of different appointment systems.

The second model deals with the simulation of a surgical ward, aiming at the dimensioning of the number of beds.

First, the description of the systems and of the simulator structure are presented. Further the use of the models is illustrated through the presentation of simulation examples and their corresponding data analysis. Finally, a detailed description of the computer programs are presented in order to permit a prompt utilization.

ABRISS

Diese Dissertation besteht aus zwei Modellen aus dem Bereich des Gesundheitswesens. Dabei wurden Simulationstechniken fuer Digitalrechenanlagen entwickelt.

Die empirischen Daten, die durch die Modelle erzeugt werden, koennen zwei Zwecke erfuellen:

- i) Analytische Modelle, die eventuell entwickelt werden koennen, testen;
- ii) Praktische Probleme analysieren und quantitative Beziehungen zwischen den verschiedenen Elementen der Systeme herzustellen.

In den ersten Modell wird das Funktionieren einer Sanitaetsdienstklinik untersucht mit Nachdruck auf die Bewertung der Verwendung von verschiedenen Systemen der Einteilung von Sprechstunden.

Im zweiten Modell wird die Simulation eines Chirurgiezentrum untersucht. Beabsichtigt wird, den Einfluss der Anzahl der Betten einer Abteilung zu bestimmen.

Zuerst wird das System beschrieben sowie die Struktur des Simulators vorgestellt. Es folgt die Verwendung der Modelle mit Simulationsbeispiele und die entsprechende Datenanalyse. Zuletzt wird eine genaue Beschreibung des Programms gemacht um eine einfache Verwendung zu ermoeeglichen.

ÍNDICE

Capítulo I	-	Introdução .....	pág.	1
Capítulo II	-	Apresentação do Primeiro Modelo ....		3
Capítulo III	-	O Sistema Ambulatorial .....		6
		3.1. Introdução .....		6
		3.2. Fatores Aleatórios .....		8
		3.2.1. Variação do tempo de serviço.....		8
		3.2.2. Variabilidade do pro- cesso de chegada .....		10
Capítulo IV	-	O Sistema de Marcação de Consulta ..		13
		4.1. Introdução .....		13
		4.2. Histórico .....		14
		4.3. Objetivos conflitantes .....		18
		4.4. Alternativas .....		19
Capítulo V	-	O Simulador .....		21
		5.1. Introdução .....		21
		5.2. Etapa 1 .....		22
		5.3. Etapa 2 .....		24
		5.3.1. Chegada de pacientes .		24
		5.3.1.1. Geração das horas de chegada .....		24
		5.3.1.2. Colocação do pa -		

	ciente na fila de espera .....	pág. 26
	5.3.2. Início da consulta ....	27
	5.3.3. Término da consulta ....	27
	5.3.4. Avanço do tempo .....	28
	5.4. Forma de entrada .....	28
	5.5. Saídas do modelo .....	31
Capítulo VI -	Exemplos de Casos Simulados .....	34
	6.1. Oferta de serviços menor do que a demanda .....	34
	6.1.1. Descrição .....	34
	6.1.2. Avaliação dos resulta- dos .....	36
	6.2. Equilíbrio entre oferta e deman <u>da</u> por serviços .....	38
	6.2.1. Descrição .....	38
	6.2.2. Avaliação dos resulta- dos .....	39



Capítulo VII -	Modelo de Simulação de um Centro		
	Cirúrgico .....	pág..	43
7.1.	Introdução .....		43
7.2.	O Sistema .....		45
7.3.	O Simulador .....		47
7.3.1.	Atividades .....		47
7.3.2.	Início de operação..		48
7.3.3.	Fim de operação ....		49
7.3.4.	Fim de trânsito ....		49
7.3.5.	Fim de preparação da		
	SO .....		50
7.3.6.	Início de recupera -		
	ção .....		50
7.3.7.	Fim de recuperação..		51
7.3.8.	Fim de preparação do		
	LR .....		52
7.3.9.	Avanço do tempo ....		52
7.3.10.	Forma de entrada....		53
7.3.11.	Saídas do modelo ...		55
7.4.	Experimentos .....		57
APÊNDICE A -	Dicionário do programa I .....		62
APÊNDICE B -	Dicionário do programa II .....		80

APÊNDICE C - Listagem do programa I .....	pág.	91
APÊNDICE D - Listagem do programa II .....		105
APÊNDICE E - Uma saída do programa II .....		114
BIBLIOGRAFIA .....		136

## CAPÍTULO I

### INTRODUÇÃO.

O crescente uso de técnicas de simulação por estudantes e pesquisadores de campos não diretamente relacionados com o emprego do computador, requer uma maior simplificação nos programas em desenvolvimento nestas áreas, de modo a torná-los mais acessíveis e difundidos.

Dentro deste enfoque foram elaborados dois simuladores de sistemas de saúde que podem ser facilmente manuseados pelo usuário não familiarizado com simulação. Assim, a ôtica do trabalho foi a de fornecer uma descrição detalhada do funcionamento e das potencialidades dos modelos e um manual de utilização para cada programa.

O primeiro modelo diz respeito à operação de um ambulatório. O objetivo principal é minimizar a influência de fatores aleatórios na chegada dos pacientes e na duração do atendimento, pela adoção de um sistema de marcação de consultas que complemente a demanda esperada por dia da semana e hora do dia. A eficiência de tal sistema pode ser medida pela relação entre os tempos médios de espera dos pacientes e de ociosidade dos médicos.

No segundo modelo é simulado o funcionamento de

um centro cirúrgico a partir de uma determinada carga diária de pacientes. O objetivo é a otimização do número de leitos de operação e de recuperação disponíveis, de modo a evitar a formação de filas de espera. Os parâmetros que medem a eficiência dos sistemas são:

- i) a probabilidade de espera dos pacientes para ocuparem um leito de recuperação quando termina a cirurgia;
- ii) a taxa de utilização média dos leitos de recuperação;
- iii) a hora média de término das atividades no centro cirúrgico.

## CAPÍTULO II

### APRESENTAÇÃO DO PRIMEIRO MODELO

O sistema que será analisado nesta parte do trabalho pode, resumidamente, ser descrito como segue: pacientes chegam a um ambulatório, esperam se necessário, são atendidos e deixam-no logo após a consulta. Os problemas maiores que surgem na administração deste sistema decorrem da natureza aleatória tanto do processo de chegada quanto dos tempos de atendimento.

A observação de alguns sistemas similares, operando sob diferentes circunstâncias, mostra que a natureza do processo de chegada é grandemente afetada pela relação entre a demanda por serviço e a capacidade de atendimento do sistema. Assim, quando a demanda não excede a capacidade, os pacientes, livres do receio de, eventualmente, não receberem atenção médica, tendem a chegar em horários que lhes são mais convenientes. Por outro lado, quando a capacidade de atendimento é insuficiente para satisfazer a demanda, os pacientes, na ânsia de receberem atendimento, tendem a chegar antes do início do expediente da clínica.

De vez que a condição de capacidade suficiente de atendimento gera situações operacionalmente mais complexas, ela será considerada inicialmente. Existem estudos demonstrando que, quando os pacientes chegam em horários que lhes são mais conveni-

entes, revelam preferências por alguns dias da semana, e, num mesmo dia, por alguns horários típicos. Isto conduz à variabilidade da demanda que gera, principalmente, duas dificuldades quanto à operação do sistema. Em primeiro lugar o problema de dimensioná-lo e, em segundo lugar, o de como atender melhor a demanda variável dispondo-se de uma certa capacidade fixa de serviço.

Havendo demanda reprimida, a própria limitação do número de senhas que são distribuídas por ordem de chegada, implica num tempo de espera excessivamente longo por parte dos pacientes, uma vez que muitos só conseguem atendimento no segundo turno de operação do ambulatório. Nesse caso a principal dificuldade é reduzir o tempo de espera dos usuários sem afetar substancialmente a taxa de utilização do sistema. A importância da melhoria do atendimento para o paciente não deve ser encarada apenas dentro de uma ótica humanista mas, também, sob o ponto de vista econômico, pois estudos recentes, como o de JACKSON<sup>6</sup>, mostram que a perda diária de homens-hora em esperas para atendimento médico representa uma parcela substancial das perdas anuais na produção.

Um sistema para auxiliar na busca de políticas operacionais, que melhor conciliem esses objetivos conflitantes (maior utilização do sistema e menor tempo de espera dos usuários) parece, por sua complexidade, justificar o uso de um simulador que permita avaliar as diferentes alternativas. Consequentemente, decidiu-se desenvolver um simulador flexível o bastante para poder adaptar-se às diversas estruturas funcionais de ambulatórios do

Brasil e do exterior, principalmente no que se refere aos sis temas de marcação de consulta.

No capítulo seguinte descreve-se o sistema de saúde a ser simulado e os fatores aleatórios que interferem na sua operação. No capítulo IV é analisado o sistema de marcação de consulta como instrumento para regular a demanda e para con trolar os tempos de espera de médicos e pacientes. A seguir, são descritas, no capítulo V, as atividades do modelo de simulação do funcionamento de um ambulatório. Posteriormente, capítulo VI , são analisados os resultados obtidos com exemplos de situações onde ocorre excesso de demanda ou equilíbrio entre oferta e pro cura por serviços médicos. Finalmente, nos Apêndices A e C es tão definidas as variáveis utilizadas e o respectivo programa em FORTRAN.

## CAPÍTULO III

### *O SISTEMA AMBULATORIAL*

#### 3.1. Introdução

A clínica de atendimento externo ou ambulatório constitui, via de regra, um dos elementos que proporciona à população o primeiro contato com o sistema de saúde quando seus membros buscam serviços médicos. Ela desempenha, dentro do sistema de saúde, duas funções básicas. Em primeiro lugar proporciona tratamento a pacientes que não necessitam de internação, e, em segundo lugar, opera como um filtro de triagem, encaminhando os pacientes, conforme o caso, a outros elementos do sistema, como laboratórios e hospitais. Em virtude destas funções, a operação dos ambulatórios dá uma medida da eficiência (ou ineficiência, conforme o caso) de todo o sistema cuja função é a de preservar e/ou melhorar o nível de saúde de uma população.

O funcionamento de um ambulatório varia de acordo com a forma de atendimento aos usuários. Algumas clínicas operam a partir de uma escala de pacientes previamente estabelecida pela marcação de consultas, outras atendem os pacientes na medida em que chegam, havendo ainda um grande número que funciona de ambos os modos. Em todos esses casos ocorrem filas de espera para o atendimento pois, mesmo que cada paciente seja marcado para um



horário específico, há a possibilidade de atrasos devido à im pontualidade de atendentes e usuários, à aleatoriedade dos tempos de serviço ou aos casos de emergência que obrigam o médico a al terar sua rotina de trabalho.

Quando o ambulatório recebe usuários com e sem consulta marcada, são estabelecidas prioridades para o atendimen to de modo a torná-lo mais eficiente. Geralmente os pacientes com prioridade 1 são os de emergência e os que voltam à clínica com o resultado de um segundo serviço, como exame de laboratório e chapa de raio X. Os usuários com prioridade 2 são os de con sulta marcada e os de prioridade 3 os que chegam ao ambulatório sem consulta marcada, denominados pacientes eventuais. Considera -se que uma parcela de pacientes do tipo eventual pode ser indu zida a marcar consulta, sendo essa a componente controlável do sistema. As componentes incontroláveis são representadas pelos tipos restantes (pacientes com prioridades 1 e 2).

A finalidade da organização de um serviço de ambulatório é atender de forma eficiente ao usuário, de modo que ele espere o menos possível para ser atendido sem aumentar, subs tancialmente, o tempo que os médicos ficam ociosos. Para tanto, serão analisados, neste capítulo, os fatores aleatórios que in fluenciam a chegada e a permanência dos pacientes no sistema. Es tes fatores são: os diferentes tempos de duração do serviço que variam, principalmente, segundo o tipo de médico e/ou paciente e a variabilidade do processo de chegada que é afetada pela hora do dia, dia da semana, estação do ano e forma de crescimento da popu

lação.

### 3.2. Fatores Aleatórios

#### 3.2.1. Variação do tempo de serviço

A duração do atendimento varia, basicamente, segundo o estado do paciente, que implica em maior ou menor atenção por parte do clínico. Porém, fatores como as diferentes personalidades e técnicas inerentes a cada médico, somados à existência de diversas especialidades clínicas, influem bastante no tempo de serviço (os atendimentos de clínica geral são, normalmente, mais rápidos que os da clínica cardiológica, por exemplo). Além disso, um fator que pode alterar o ritmo dos trabalhos é o número de pessoas presentes na sala de espera: com muitos pacientes esperando o médico tende a acelerar o serviço, com poucos pode ocorrer o contrário. Em ambos os casos estes procedimentos podem prejudicar a eficiência do sistema.

O tipo de paciente também contribui para variações no tempo de serviço. *RISING E OUTROS*<sup>10</sup> registraram os seguintes tempos médios de serviço e desvios padrão para uma amostra do ambulatório da Universidade de Massachusetts:

Tipos de pacientes	Tempo médio de serviço (min)	Desvio padrão
eventuais	9,61	7,48
com consulta	12,74	9,56
de segundo serviço	6,49	5,45

O menor tempo de serviço dos pacientes que voltam para um novo atendimento trazendo o resultado de exames é explicado pelo fato do médico já ter prévio conhecimento do caso, não sendo necessário que o paciente descreva seus sintomas. Do mesmo modo, o fato dos pacientes eventuais serem atendidos em intervalos entre chegadas de usuários com consulta marcada, parece justificar seus menores tempos de atendimento, de vez que o médico tende a acelerar o serviço para evitar aumentos significativos na espera dos pacientes marcados.

A forma de proceder-se a uma investigação teórica sobre os tempos de serviço deve estar baseada, segundo BAILEY<sup>1</sup>, no conceito de distribuição estatística de frequências dos tempos de consulta. Especialidades particulares ou mesmo médicos individuais devem ter suas próprias distribuições características. Todos os estudos baseados apenas em tempos médios de espera não serão consistentes. Bailey propôs o uso de uma distribuição de frequência,  $x$ , a partir da Curva de Pearson do tipo III, da forma

$$dF = \frac{\gamma^p}{\Gamma(p)} x^{p-1} e^{-\gamma x} dx \quad (0 \leq x < \infty)$$

### 3.2.2. Variabilidade do processo de chegada

Além da variabilidade associada aos tempos de a tendimento, existe aquela relacionada com o número de pacientes que solicitam serviço ao sistema na unidade de tempo. Na análise desta segunda forma de variabilidade deve ser observado o fato de tal número constituir-se numa variável aleatória, na medida em que não é possível prever com exatidão qual o valor que irá assumir num certo intervalo de tempo. Em consequência, o número de paci<sub>entes</sub> que chegam na unidade de tempo deverá ser caracterizado a través de uma distribuição de probabilidade cujos parâmetros se rão discutidos a seguir.

Existem estudos mostrando que tais parâmetros também apresentam uma variabilidade que se manifesta em vários níveis. Em primeiro lugar dependem do dia da semana e, num mesmo dia, da hora considerada. Esta dependência, revela a inclinação geral das preferências pessoais dos membros de uma comunidade.

Também a época do ano influi na chegada dos pacientes. Aparentemente, dependendo da latitude do local considerado, o nível de a tividade da população tende a ser mais intenso em determinadas estações do ano, resultando em diferentes níveis de demanda por serviço ambulatorial conforme a estação. Finalmente existe a va riação dos parâmetros associada ao crescimento populacional e a consequente deterioração da qualidade de vida. Estas consid erações sugerem a possível necessidade de não incluir-se no modelo de simulação algumas das relações de dependência para não torná-lo complexo demais a ponto de não revelar com clareza a rela ção en tre as variáveis de controle e as de resposta.

Inicialmente pode-se argumentar que os efeitos do crescimento da população, embora de suma importância para o planejamento a longo termo, não se apresentam tão relevantes para o planejamento operacional de curto prazo. Em consequência, pelo menos para os possíveis usos do simulador proposto, este tipo de dependência pode ser excluído do modelo sem prejuízo marcante pa ra sua operacionalidade. Quanto à dependência em relação às es tações, pode-se muito bem usar parâmetros específicos conforme a época do ano para a qual se deseja analisar o comportamento do sistema, de modo que a não inclusão da influência das estações na demanda não torne o simulador menos aplicável. Restam então os efeitos dos dias da semana e das horas do dia sobre as caracterís ticas da distribuição do número de pacientes que chegam na unidade de tempo. Estes efeitos não podem ser desprezados de vez que são os elementos que melhor caracterizam as dificuldades adminis-

trativas de ambulat6rios.

Diante destas considera76es, segue-se que se a demanda na unidade de tempo for caracterizada por uma distribui76o de  $P$  par6metros, devemos especificar as fun76es  $0_{ij}(t)$  e assim o par6metro  $i$  no instante  $t$  do dia  $j$  para  $i = 1, \dots, m$  e  $j = 1, \dots, p$ . Considerando-se dois dias 6teis t6picos temos  $p=2$  e um total de  $2m$  fun76es. Diante da dificuldade de estimar essas fun76es os estudos acerca de processos de chegada n6o homog6neos t6m sido conduzidos empregando-se um modelo mais simplificado. A simplifica76o consiste em dividir o per6odo de tempo em considera76o (o dia, no presente caso) em intervalos discretos e admitir que os par6metros s6o constantes dentro de cada intervalo. Baseado nesta simplifica76o, pode-se descrever o processo de chegada a trav6s de  $0_{ijk}$ , o  $i$ -6simo par6metro do  $k$ -6simo per6odo do dia  $j$ . Sendo  $n$  o n6mero de per6odos, ter6amos  $2mn$  par6metros.

No cap6tulo seguinte ser6o descritas f6rmas de marca76o de consulta que podem ser usadas como alternativas para controlar a influ6ncia dos fatores aleat6rios, aqui mencionados, no funcionamento da cl6nica.

## CAPÍTULO IV

### O SISTEMA DE MARCAÇÃO DE CONSULTA

#### 4.1. Introdução

Uma forma intuitiva para contornar o problema da aleatoriedade da chegada de pacientes é prover o comparecimento de uma parcela substancial ao ambulatório em dias e horários previamente estabelecidos; quanto maior for a fração de pacientes marcados, maior o controle sobre a demanda por serviços médicos. En tretanto, devido a existência de casos onde é difícil a marcação de consulta, como o de trabalhadores que vão solicitar dispensa do dia de serviço e de pessoas que acorrem prontamente à clínica buscando alívio para os mais diversos problemas de saúde, a maioria dos ambulatorios também atende, embora muitas vezes com prioridades diferentes, aos usuários sem consulta marcada.

As formas usuais de marcação de consulta são: em bloco e individual. Na marcação individual atribui-se um determinado horário para o comparecimento de cada paciente, enquanto na marcação em bloco, grupos de usuários são alocados a um ou mais intervalos na unidade de tempo.

Quando a demanda por serviços médicos é maior que a oferta, não é possível o emprego do sistema individual dado

que o período entre a marcação e a consulta aumentaria gradativamente com o tempo. Por outro lado, o emprego do sistema de bloco gera um falso equilíbrio entre a oferta e a demanda pois os usuários que não são atendidos num dia muitas vezes não retornam mais e porque, além disso, mesmo alguns pacientes que conseguem vaga desistem após o prolongado tempo de espera a que são submetidos. Neste caso parte dos usuários pode buscar auxílio numa clínica particular, porém a parcela dos que não possuem recursos fica sem o atendimento médico.

No presente capítulo será feita uma revisão da literatura, sendo abordados os problemas inerentes a tentativa de redução do tempo de espera dos pacientes e as alternativas de que se dispõe para efetivá-la.

#### 4.2. Histórico

As primeiras aplicações de pesquisa operacional em serviços de saúde ocorreram nos sistemas de marcação de consulta. Inicialmente foram estudados sistemas de marcação individual e mistos de bloco e individual (vários pacientes são marcados em bloco no início do atendimento, marcando-se os demais individualmente ou, equivalentemente, os médicos chegam após vários pacientes já estarem na clínica).

No início da década de cinquenta, BAILEY<sup>1,2</sup> e JACKSON<sup>6</sup>, independentemente, aplicaram simulações manuais à op



ração de um ambulatório para determinar o efeito que a mudança do intervalo entre consultas tinha sobre o tempo médio de espera do paciente (TMEP) e o tempo médio que o médico fica ocioso (TMMO). Bailey também considerou o número ótimo de pacientes a serem marcados no início do atendimento e, superficialmente, o efeito de atrasos dos pacientes. *WELCH*<sup>13</sup> e *WELCH E BAILEY*<sup>14</sup> reenfatazaram esses resultados, fornecendo algumas recomendações práticas para a administração.

O uso de um modelo de simulação em computador de uma clínica, incluindo chegadas de pacientes sem consulta, e emergências que interrompem os médicos e pacientes que não comparecem a consulta, foi relatado por *FETTER E THOMPSON*<sup>5</sup>. O tempo de espera do paciente é visto como sendo significativamente afetado pela pontualidade dos usuários e por incrementos na demanda sobre a clínica.

Um segundo artigo descreve experimentos adicionais com esse simulador, examinando os efeitos da pontualidade dos médicos, o intervalo entre consultas, o número de pacientes alocados ao bloco inicial de consultas, demanda da clínica e combinções dessas variáveis nos TMEP e TMMO. *JANSSON*<sup>7</sup>, por outro lado, desenvolveu um modelo de filas com o sistema de marcação misto de bloco e individual. O processo estocástico permite a determinação de TMEP e TMMO, possibilitando assim a otimização do intervalo entre consultas e do número de pacientes no bloco inicial.

Os sistemas individual e misto de bloco e indi

vidual são casos especiais de sistemas de marcação de consulta mais genéricos. Um procedimento comumente usado é marcar um grupo de  $K$  pacientes para cada tempo de consulta, aqui referido como o sistema de bloco modificado. Outro sistema utilizado é o do bloco simples, onde todos os usuários são requisitados a comparecer no começo dos serviços da clínica. Tal sistema, embora provoque excessivos tempos de espera é o mais empregado quando a demanda excede a oferta de serviços médicos. WILLIAMS E OUTROS<sup>15</sup> simularam a operação de uma clínica demonstrando a vantagem do sistema de bloco modificado sobre o sistema de bloco simples. BLANCO WHITE E PIKE<sup>3</sup> examinaram as características do sistema de bloco modificado e os efeitos da pontualidade de médicos e pacientes, e de faltas, na sua operação. Eles descobriram (também por simulação) que começar as sessões do ambulatório com um bloco adicional de pacientes não melhora o desempenho do sistema de bloco modificado. KATZ<sup>8</sup> descreve os detalhes de um simulador de sistema de marcação de consulta, incluindo a ida de pacientes para testes de laboratórios e raios - X, a fim de comparar esquemas de marcação em bloco e individual. SORIANO<sup>12</sup> utilizou a teoria das filas para obter um modelo que prevê o TMEP para cada paciente em um sistema que marca dois pacientes ao mesmo tempo.

Outro ponto estudado é o da diminuição dos tempos de espera pelo uso de um sistema de marcação por somente uma parcela dos pacientes em clínicas que operam sem marcação de consulta. RISING E OUTROS<sup>10</sup> apresentaram um estudo de caso, completo, no qual um pequeno número de marcações de consulta escalonadas em horas de baixa demanda de pacientes eventuais, é usado,

para suavizar a demanda sobre o ambulatório, aumentar seus atendimentos e permitir um melhor aproveitamento de seus médicos.

A análise de sistemas de marcação de consulta é um excelente problema para se aplicar simulação, tendo sido produzidos simuladores sofisticados para esse fim. Até o presente foi mostrado que sistemas de marcação individual são preferíveis a sistemas de marcação em bloco simples, embora pareçam ser inferiores ao sistema de bloco modificado de dois pacientes desenvolvido por Soriano. Entretanto, são poucos os resultados analíticos disponíveis, não estando definido qual o melhor sistema de marcação de consulta. Além disso, não foram encontradas referências aos problemas causados por uma oferta de serviços médicos menor do que a demanda, fenômeno bastante comum nos países em desenvolvimento.

No modelo de simulação desenvolvido é testado o funcionamento de uma clínica sob diferentes sistemas de marcação de consulta, sendo discutidos dois casos. Primeiro o da existência de uma demanda maior que a oferta por serviços médicos e segundo o de haver equilíbrio entre a procura e a disponibilidade de atendimento. Para a otimização do sistema deve ser encontrado um ponto de equilíbrio entre dois objetivos conflitantes: reduzir os tempos de espera dos pacientes e obter um bom índice de utilização dos médicos.

#### 4.3. Objetivos conflitantes

Uma das causas do largo emprego do sistema de bloco simples (que acarreta na formação de uma grande fila de espera antes do início do expediente da clínica) é manter alto o nível de utilização dos médicos. Porém, tal procedimento implica em longos tempos de espera por parte dos pacientes que, em muitos casos, moram longe do ambulatório, sendo forçados a estar na fila de madrugada, às vezes em prejuízo da própria saúde. Do ponto de vista econômico deve ser considerada a perda diária de homens-hora em filas de espera. Na Grã-Bretanha, este valor foi quantificado por JACKSON<sup>6</sup> em cerca de cinco milhões de homens-hora perdidos por ano, considerando-se uma espera média de quinze minutos.

Para tentar superar este conflito, BAILEY<sup>1</sup> propôs o uso de pesos para avaliar a importância dos tempos de médicos e pacientes. Assim, supondo que o tempo do médico valha dez vezes mais que o tempo de um paciente, deveríamos ter, mantido o mesmo esquema de atendimento, um número de médicos tal que seu tempo ocioso fosse 10% do tempo de espera dos pacientes. Contudo o próprio Bailey conclui que a melhor forma de conciliar os dois objetivos é alterar o sistema de atendimento através da marcação de consultas e verificar então qual o melhor esquema a ser adotado, com base no comportamento das esperas de médicos e pacientes.

#### 4.4. Alternativas

Uma primeira solução para controlar a demanda por serviços médicos, sem fazer alterações no sistema de marcação de consulta, é estimar a necessidade de atendimento para um número mínimo, máximo ou médio de chegadas e então dimensionar a estrutura do serviço. Tal procedimento, embora simples, só serve como paliativo para o problema dos tempos de espera dos pacientes e tempos ociosos dos médicos.

A idéia básica para conciliar essas duas esperas seria tentar o abrandamento da curva de chegadas introduzindo um sistema de marcação de consulta que possibilitasse o controle da demanda, seja por dia útil da semana ou por hora do dia. A eficiência de determinado sistema seria testada comparando-se os tempos de espera de pacientes e médicos, obtidos com o seu emprego, através da simulação do funcionamento de um ambulatório.

Para obter-se esta regularização de chegadas, definiu-se o número de horários disponíveis para marcação de consulta a partir da demanda média no intervalo  $j$  de um dia tipo  $i$  ( $d_{ij}$ ), da proporção dos dias tipo  $i$  ( $p_i$ ) e da fração média dos pacientes eventuais que podem ser induzidos a marcar consulta para outro dia ( $P_{MC}$ ).

A demanda média no dia tipo  $i$  é dada por:

$$D_i = \sum_{j=1}^n d_{ij}, \text{ sendo } \underline{n} \text{ o número de intervalos em que o dia é}$$

subdividido. A demanda média diária pode, então, ser definida

por  $M = \sum_{i=1}^m p_i D_i$ , onde  $m$  é o número de dias típicos.

O número ideal de consultas por intervalo, de modo a uniformizar o nível das atividades do ambulatório é dado por  $M/n$ . Como deve ser excluída a demanda média na hora de almoço ( $d_{ijAL}$ ), do cálculo do número de horários disponíveis para marcação de consulta, distribuiu-se a demanda média diária nesse

intervalo:  $L = \sum_{i=1}^m p_i d_{ijAL}$ , entre os  $n - 1$  horários restan-

tes. Assim, o número médio de pacientes que precisam ser atendidos no intervalo  $j$  do dia tipo  $i$  é dado por:

$$K = (1 - P_{MC}) \cdot \left( d_{ij} - \frac{L}{n-1} \right)$$

O número de horários disponíveis para marcação de consulta no intervalo  $j$  do dia tipo  $i$  é, conseqüentemente:

$$h_{ij} = \frac{M}{n} - K$$

No capítulo seguinte será descrito o modelo de simulação de ambulatórios, integrado a diversos sistemas de marcação de consulta, desenvolvido neste trabalho.

## CAPÍTULO V

### *O SIMULADOR*

#### 5.1. Introdução

O modelo de simulação ou simulador é um modelo lógico que descreve o comportamento do sistema que se quer representar, ao longo do tempo. As variáveis que compõem o modelo indicam os estados dos elementos físicos e operacionais do sistema.

Em um ambulatório, por exemplo, o número de pacientes na fila de espera (elemento operacional) e a ocupação do consultório médico (elemento físico) serão controlados por essas variáveis. Quando entra um paciente, o consultório passa do estado livre para o estado ocupado e a fila de espera é reduzida de uma unidade. Verifica-se que essas alterações de estado ocorrem quando determinadas condições são satisfeitas. No exemplo considerado as condições são: existir um consultório de ocupado e um paciente esperando para ser atendido.

O simulador será então constituído de módulos de programa correspondentes aos conjuntos de alterações e as condições para que elas ocorram. Cada um desses módulos será

designado como uma atividade.

Para a simulação do *modus operandi* de uma clínica de atendimento externo elaborou-se um modelo estruturado em duas etapas principais. Na primeira, são especificados a forma e os horários disponíveis para marcação de consulta. Na segunda, desenvolveu-se um simulador composto de quatro atividades.

Atividade 1 - Chegada de pacientes

Atividade 2 - Início da consulta

Atividade 3 - Término da consulta

Atividade 4 - Avanço do tempo

A seguir, serão descritas a primeira etapa e as quatro atividades do sistema a ser simulado.

## 5.2. Etapa 1

As opções para definir a forma de marcação de consulta a ser empregada, estão assinaladas no esquema a seguir:

individual	$\left\{ \begin{array}{l} \text{fixa} \\ \text{variável} \end{array} \right.$	
em bloco		$\left\{ \begin{array}{l} \text{simples} \\ \text{modificado} \end{array} \right.$



Na marcação individual cada paciente é marcado em um horário específico. No caso da forma fixa é mantido um número constante de horários disponíveis em cada hora de funcionamento da clínica, com base na demanda média prevista. Na marcação variável este número varia em cada hora, sendo dado pela diferença entre a média horária de chegadas e o número de pacientes sem consulta marcada esperados, excluído o intervalo para o almoço, conforme o exposto no capítulo anterior.

Na marcação em bloco grupos de pacientes são marcados em um mesmo horário. No sistema de bloco simples todas as consultas são marcadas para o início do dia. No de bloco modificado vários grupos de pacientes são distribuídos de modo uniforme ao longo do dia. No caso de dois blocos metade dos usuários é marcada para o início do primeiro turno e o restante para o início do segundo. Com oito blocos considerou-se que cada grupo é marcado no início de cada uma das oito horas de funcionamento da clínica.

Uma vez definido, pelo usuário do modelo, o sistema de marcação que se irá adotar, os horários disponíveis são catalogados por tipo e hora do dia. No caso da marcação individual é estabelecido um intervalo entre as consultas próximo a média dos tempos de serviço, como o sugerido por BAILEY. Os horários para consulta são definidos desde o início de cada hora, em ordem crescente, desprezando-se a hora do almoço.

### 5.3. Etapa 2

#### 5.3.1. Chegada de pacientes

##### 5.3.1.1. Geração das horas de chegada

A geração das horas de chegada de todos os pacientes de um dia é realizada no início dessa etapa para que se possa separar os pacientes que vão ter consultas marcadas para outros dias dos demais e colocar os pacientes com atendimento marcado para este dia junto com os que chegam, em ordem decrescente de hora de chegada.

O intervalo entre chegadas ( $x$ ) é gerado pela distribuição exponencial negativa:

$$x = -d \cdot \ln(y)$$

sendo ( $d$ ) o inverso da demanda média por hora  $j$  do dia tipo  $i$  e ( $y$ ) um número aleatório gerado. A hora da chegada dos pacientes é obtida acumulando-se os intervalos entre chegadas desde a hora de início do funcionamento da clínica.

Para a geração do tipo de paciente foi usada uma distribuição empírica a partir de dados históricos da Universidade de Massachusetts reportados por *RISING E OUTROS*<sup>10</sup>. Foram considerados três tipos de pacientes:

- Tipo 1 - paciente eventual
- Tipo 2 - paciente de marcação de consulta
- Tipo 3 - paciente de emergência ou de segundo serviço.

Os pacientes de segundo serviço são os que voltam à clínica com o resultado de exames de laboratório, raios-X e outros. Todos os tipos de usuários atendidos em um dia são ordenados por hora de chegada, considerando-se que os pacientes de consulta marcada chegam na hora do atendimento.

O tipo ou número de ordem do médico que irá atender o paciente é estabelecido de três maneiras. Se o paciente for eventual deve ir para o primeiro médico livre na atividade de início da consulta. Se o paciente for de emergência o médico é gerado de forma randômica não cumulativa (com reposição). Se o paciente for de consulta marcada o médico é gerado de forma randômica cumulativa (sem reposição), ou seja, após todos serem sorteados reinicia-se o processo.

Para registrar os dias em que serão marcadas as consultas dos pacientes do tipo 2 que chegam em um dia determinado, é definido o número de dias disponíveis para a marcação e estabelecida a sequência em que devem ser testados, para saber se há horário vago. Quando encontrado um dia com disponibilidade de horário é calculado o número de horários livres, sendo marcados os primeiros pacientes da fila para a marcação de consulta. Se restar paciente sem horário para este dia, pesquisa-se novo dia com horas vagas até que todos os pacientes sejam marcados. Se so

brar paciente sem horário, ao esgotarem-se os dias com horas vagas, registra-se este número como o de pacientes que não poderão ser atendidos pelo sistema.

Para estabelecer os horários das consultas dos pacientes procede-se do seguinte modo. Em um dia com vagas para atendimento, incrementa-se o número de consultas marcadas relacionando-as aos horários de consulta ainda livres, catalogados para este dia, em ordem crescente. Esgotadas as consultas para um dia repete-se o procedimento, até que todos os pacientes sejam marcados ou que termine o número de dias com horários vagos.

#### 5.3.1.2. Colocação do paciente na fila de espera

Uma vez ordenados, por hora de chegada, todos os pacientes que devem ser atendidos num dia, é iniciada a simulação propriamente dita, testando-se a existência de pacientes a serem atendidos nesse dia e se a hora da próxima chegada é igual a hora do relógio do sistema. Satisfeitas estas condições, verifica-se qual o tipo do paciente alocando-o à fila de espera correspondente. Para os pacientes eventuais há uma única fila comum a todos os médicos. Para os demais pacientes há uma fila para cada médico.

A prioridade para a entrada na fila de pacientes eventuais e na de usuários com consulta marcada é, unicamente, a da ordem de chegada. Como há uma fila comum para os pacientes tí

pos 2 e 3, os pacientes de emergência (tipo 3) são classificados segundo a ordem de chegada em relação aos do mesmo tipo que possam existir na fila, porém a frente dos pacientes de consulta marcada (tipo 2).

### 5.3.2. Início da consulta

As condições para a execução dessa atividade são: haver médico livre e paciente na respectiva fila ou na fila de eventuais.

A principal atividade é gerar o tempo de serviço. Para tanto utilizou-se uma distribuição empírica baseada em dados do ambulatório da Universidade de Massachusetts reportados por *RISING E OUTROS*<sup>10</sup>. São computadas as horas de início e término do serviço, o tempo que o médico fica ocioso, o tempo de espera do paciente e os respectivos valores acumulados. Em seguida volta-se a testar as condições para a execução dessa atividade.

### 5.3.3. Término da consulta

A condição para iniciar-se essa atividade é a de que a hora de término do serviço seja igual à hora do registro. As atividades são o registro da hora em que o paciente é li

berado e a atualização da fila de médicos livres. Por fim, volta-se a testar as condições para a execução da atividade anterior (Início da consulta).

#### 5.3.4. Avanço de tempo

Não havendo condição para executar a atividade anterior, calcula-se o tempo que dá o menor acréscimo na hora atual do relógio do sistema, entre a primeira hora em que termina um serviço e a hora da próxima chegada. Se a hora escolhida for a da próxima chegada, volta-se para a atividade de Colocação do paciente na fila de espera. Se for a do término de um serviço e se ainda existirem pacientes sendo atendidos, volta-se para a atividade anterior, caso contrário imprimem-se os relatórios de saída.

#### 5.4. Forma de entrada

Os dados de entrada do programa são os seguintes:

a) matriz com o número de pacientes que chegam por hora do dia e por tipo de dia no formato 18I3 sendo nove horários por dia em dois tipos de dia.

b) número de médicos disponíveis e hora do início das atividades em um dia no formato 2I3.

c) matriz com a frequência acumulada dos tempos de serviço por tempo de serviço e tipo de paciente nos formatos

- 3I2, I3 para paciente eventual (tipo 1)
- 40I2 (primeiro cartão) e I2, I3 (segundo cartão) para paciente de consulta marcada (tipo 2)
- 28I2, I3 para paciente de emergência ou de segundo serviço (tipo 3)

d) chaves para decisões no formato 3I2, I5 sobre:

- forma de marcação de consulta
- K1 > 0 - distribuir horários de MC através do dia
- K1 = 0 - colocar horários de MC no início do dia
- K1 < 0 - colocar metade dos horários de MC no início do dia e metade após a hora do almoço
- impressão de um relatório
- NCHAV = 0 - relatório diário detalhado

NCHAV > 0 - relatório com valores médios dos dias simulados

- impressão de estatísticas sobre MC

JCHAV > 0 imprime gráfico

JCHAV = 0 imprime relatório diário

JCHAV < 0 não imprime nenhuma dessas saídas

- número de dias que serão simulados

e) chaves para decisão no formato 412, sobre:

- uso do sistema de MC individual : fixa

JYL = 0 - não usa

JYL > 0 - usa

- uso do sistema de MC para o caso de excesso de demanda (com a respectiva alteração no gerador de tipo de paciente)

KIK = 0 - usa

KIK > 0 - não usa

- uso do sistema de MC em bloco modificado com cada bloco no início de cada hora de expediente da clínica



KKK = 0 - não usa

KKK > 0 - usa

- número de dias disponíveis para MC

### 5.5. Saídas do modelo.

As opções para as saídas do relatório são:

a) fazendo-se NCHAV = 0, é impresso relatório diário detalhado com

- número de ordem do paciente
- tipo do paciente
- número do médico que o atende
- hora de chegada em centésimos de hora
- tempo de espera em centésimos de hora
- duração do serviço em centésimos de hora
- hora do término do serviço em centésimos de hora

b) fazendo-se JCHAV = 0, são impressas as seguintes estatísticas

- número do dia
- número de pacientes que são atendidos no dia
- número desses pacientes que têm consulta

marcada nesse dia

- número de pacientes que chegam nesse dia e têm consultas marcadas para outros dias
- número de pacientes que não puderam ter consulta marcada por falta de vaga
- número de pacientes que chegam no dia

c) fazendo-se  $JCHAV > 0$  , é impresso o gráfico que consiste de histogramas com o número de pacientes que são atendidos a cada hora do dia em todos os dias simulados. Inicialmente imprime-se esse histograma com os dados históricos fornecidos pelo modelo. Em seguida são listados o número de pacientes que chegam em cada horário e o total que chega no dia com a respectiva variância (desprezando-se, no seu cálculo, o número de pacientes que chegam na hora do almoço).

d) fazendo-se  $NCHAV > 0$  , são impressos, para o total de dias simulados os seguintes valores médios:

- chegadas médias por hora do dia
- número de pacientes que chegam num dia
- número de pacientes que são atendidos nesse dia
- número de pacientes que têm consulta marcada nesse dia
- número de pacientes que chegam nesse dia e tem consultas marcadas para outros dias
- tempo médio que os médicos ficam ociosos em

relação ao tempo total disponível

- tempo médio de espera dos pacientes
- chegadas por dias típicos da semana

## CAPÍTULO VI

### EXEMPLOS DE CASOS SIMULADOS

#### 6.1. Oferta de serviços menor do que a demanda

##### 6.1.1. Descrição

Como o modelo de simulação foi elaborado de forma bastante flexível, seu uso pode ser generalizado a diferentes configurações de serviços de saúde.

O Brasil pode representar esse primeiro caso, devido à ocorrência de um excesso de demanda em relação à oferta de serviços médicos.

O funcionamento dos ambulatórios do Instituto Nacional de Previdência Social (INPS) obedece a uma rotina estruturada no fato de que, para garantir o atendimento, os pacientes chegam, principalmente, antes do início do horário de serviço. Ao iniciar-se o expediente são distribuídas senhas em número limitado e por ordem de chegada na fila. Geralmente distribui-se, no máximo, vinte senhas para cada médico, em cada turno (há ambulatórios com dois e com três turnos de quatro horas). No decorrer do dia chegam outros usuários que ficam na dependência de ainda existirem

senhas disponíveis ou tempo para o médico atendê-los após os que têm senha.

O médico ao atender o paciente faz um diagnóstico. No caso de ser solicitado determinado exame e não houver laboratório anexo ao serviço para executá-lo, será tirada uma guia para exame, devendo o paciente retornar com o resultado. Nesse caso e sempre que houver interesse em consulta com um médico específico, ela deverá ser marcada com antecedência. Se o exame pedido puder ser feito pelo laboratório do próprio serviço, seu resultado será encaminhando diretamente ao médico responsável junto com o prontuário do doente que deverá voltar no prazo indicado para saber qual o diagnóstico final.

O número de pacientes com consulta e de eventuais que devem ser atendidos por dia é, normalmente, fixo, sendo a prioridade de atendimento variável de clínica para clínica (em muitas, os pacientes marcados têm preferência, em algumas não). A marcação de consultas é feita por turno, sendo comum, em muitos ambulatorios, a marcação em bloco no início do primeiro turno (bloco simples). O paciente de emergência é, via de regra, encaminhado ao Posto de Urgência que, geralmente, funciona junto à clínica ou em ambulância até o posto mais próximo. Nesse centro são realizados exames com resultado para o mesmo dia e providenciadas interações.

Mais recentemente vem sendo introduzido o sistema de Posto de Atendimento Médico (PAM) que engloba o ambulatório e

o Serviço de Pronto Atendimento (SPA). Quando o paciente chega ao PAM para uma primeira visita o atendente pergunta o motivo e, conforme o caso, encaminha-o para o SPA ou o ambulatório. O SPA serve para casos mais imediatos como tratamento para pequenos ferimentos, dores de cabeça, resfriados e também para pedidos de dispensa do dia de trabalho. O ambulatório, fica assim reservado para os tratamentos mais prolongados e que não requerem atenção imediata, enquanto o SPA ajuda a desafogar a demanda com um atendimento mais rápido (22 pacientes por médico, em cada turno).

#### 6.1.2. Avaliação dos Resultados

Para simular um ambulatório com as características dos do INPS, considerou-se um caso em que 90% dos pacientes chegam com consulta previamente marcada (sistemas de bloco simples e modificado). Os restantes 10% são constituídos de pacientes eventuais (5%) e de usuários que voltam para trazer resultados de exames (5%). Mantidas as prioridades de atendimento (paciente de segundo serviço a frente do de marcação de consulta e, por último o eventual), foram obtidos os seguintes resultados na simulação:

Tipo de marcação em bloco	Fração média do tempo que os médicos ficam ociosos	Tempo médio de espera dos pacientes (centêsi- mos de hora)
No início do dia .....	0,009	395,5
No início do turno (2 turnos) .....	0,066	197,9
No início de cada hora de cada turno .....	0,075	69,0

Pode ser observado o longo tempo que os pacientes devem aguardar para serem atendidos, nos sistemas atualmente empregados: cerca de 2 horas com o de marcação por turno e quase 4 horas com o de marcação no início do dia. Tal fato pode estar desestimulando muitos dos usuários que buscam atendimento nesses ambulatorios, o que traz consequências graves não só do ponto de vista sócio-econômico, como também por camuflar uma demanda em potencial por serviços, podendo criar dificuldades para o dimensionamento de novos postos de saúde.

O sistema de bloco modificado, onde é mantido um número de blocos correspondente às horas de funcionamento da clínica, parece ser o mais indicado quando a demanda excede a oferta por serviços médicos. Com o emprego de tal sistema, o tempo

po de espera dos pacientes foi reduzido para cerca de 40 minutos, enquanto o tempo ocioso dos médicos, embora tenha aumentado, correspondeu a apenas 7,5% do tempo total de serviço.

## 6.2. Equilíbrio entre oferta e demanda por serviços

### 6.2.1. Descrição

A existência de um razoável equilíbrio entre a oferta e a demanda por serviços médicos não implica, necessariamente, em não haver tempos de espera para médicos e pacientes. Como já foi visto no Capítulo III, os usuários sem consulta marcada tendem a chegar na clínica em determinados dias típicos e, num mesmo dia em horários específicos.

Para ilustrar este segundo caso, utilizaram-se dados, reportados por *RISING E OUTROS*<sup>10</sup>, do ambulatório da Universidade de Massachusetts que recebeu cerca de 450 pacientes por dia em 1969 sem consulta marcada. Supõe-se que, deste total, 42,2% poderiam ser induzidos a marcar consulta, 43,5% permaneceriam eventuais e 14,3% seriam usuários que voltam com o resultado de exames.

Uma vez que, pelo calendário acadêmico, as aulas



são geralmente distribuídas para segundas, quartas e sextas-feiras ou terças e quintas-feiras, considerou-se os respectivos dias com maior volume de atendimentos (segunda e terça-feira) como sendo representativos do padrão semanal de chegadas. A figura VI-1, ao final mostra as chegadas de pacientes por hora nesses dois dias típicos.

Pode ser observada (figura VI-1) a irregularidade das chegadas, não só por tipo de dia, como principalmente pela hora de funcionamento da clínica.

Para suavizar este fluxo de chegadas foi testado um sistema de marcação de consulta flexível de modo a complementar as chegadas de pacientes eventuais e de segundo serviço por tipo de dia e hora de atendimentos como mostrado no Capítulo IV.

#### 6.2.2. Avaliação dos resultados

Como há equilíbrio entre a oferta e a demanda por serviços, foram comparados dois sistemas de marcação de consulta do tipo individual: marcação fixa e marcação variável. A seguir são comparadas as esperas médias obtidas com a simulação de um trimestre (120 dias) de funcionamento do ambulatório.

Sistema	Tempo de ociosidade dos médicos em relação ao tempo total	Tempo de espera dos pacientes (centésimos de hora)
Marcação fixa	0,193	13,923
Marcação variável	0,214	9,270

Foram também comparadas as variações da demanda ocorridas nos dois sistemas, podendo ser observado o número de atendimentos por hora do dia (figura VII-2) e por dia típico da semana, como segue:

Sistemas	Dias típicos	
	segunda-feira	terça-feira
Marcação fixa	358	314
Marcação variável	337	334

Pode ser observado que com o sistema de marcação de consulta variável consegue-se reduzir em 33% o tempo de espera dos pacientes sem afetar, substancialmente, o tempo ocioso dos médicos. Tais resultados ilustram a importância do sistema de marcação de consulta como fator de estabilização da procura por serviços médicos nos ambulatórios.

FIGURA VI-1

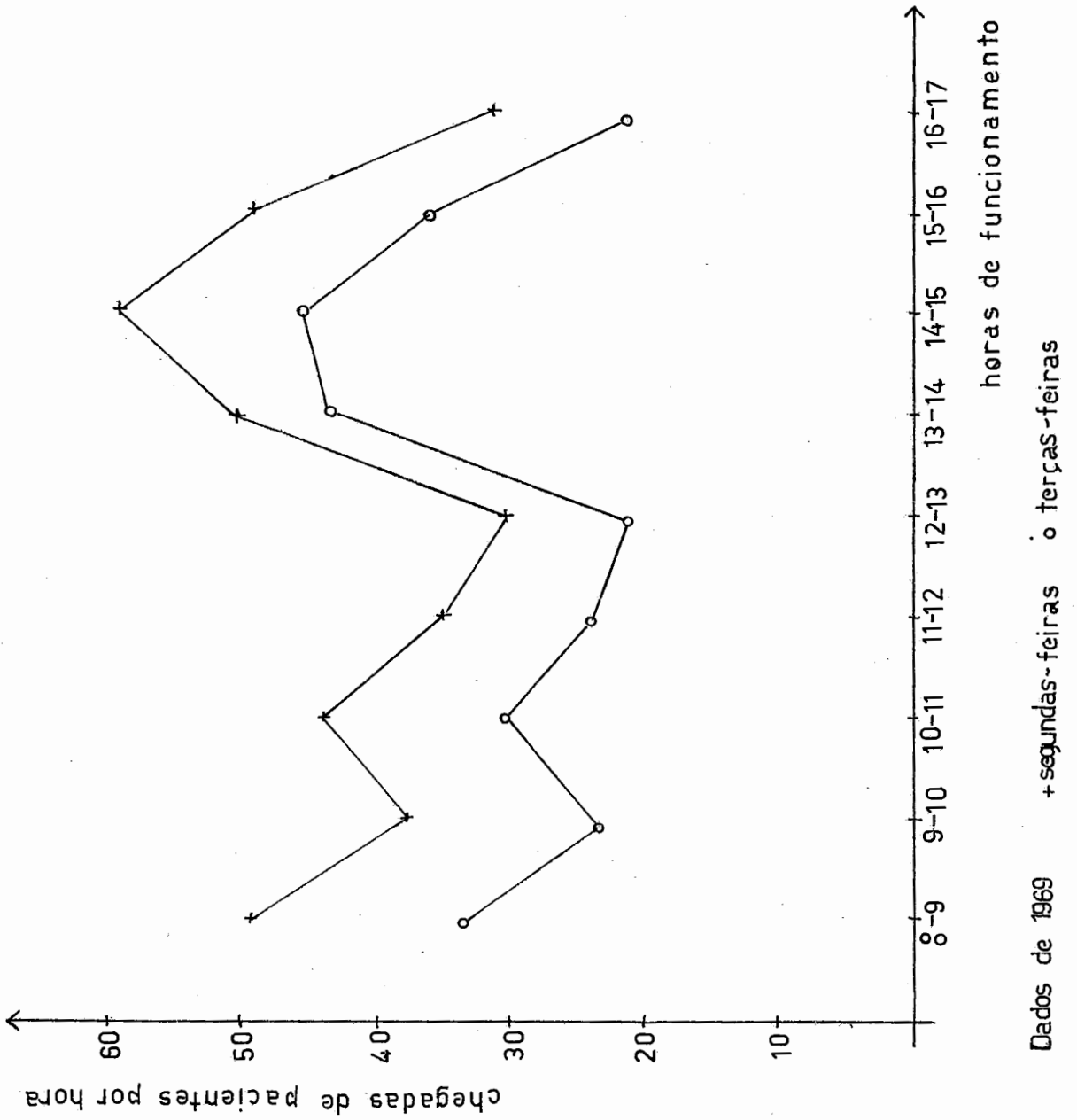
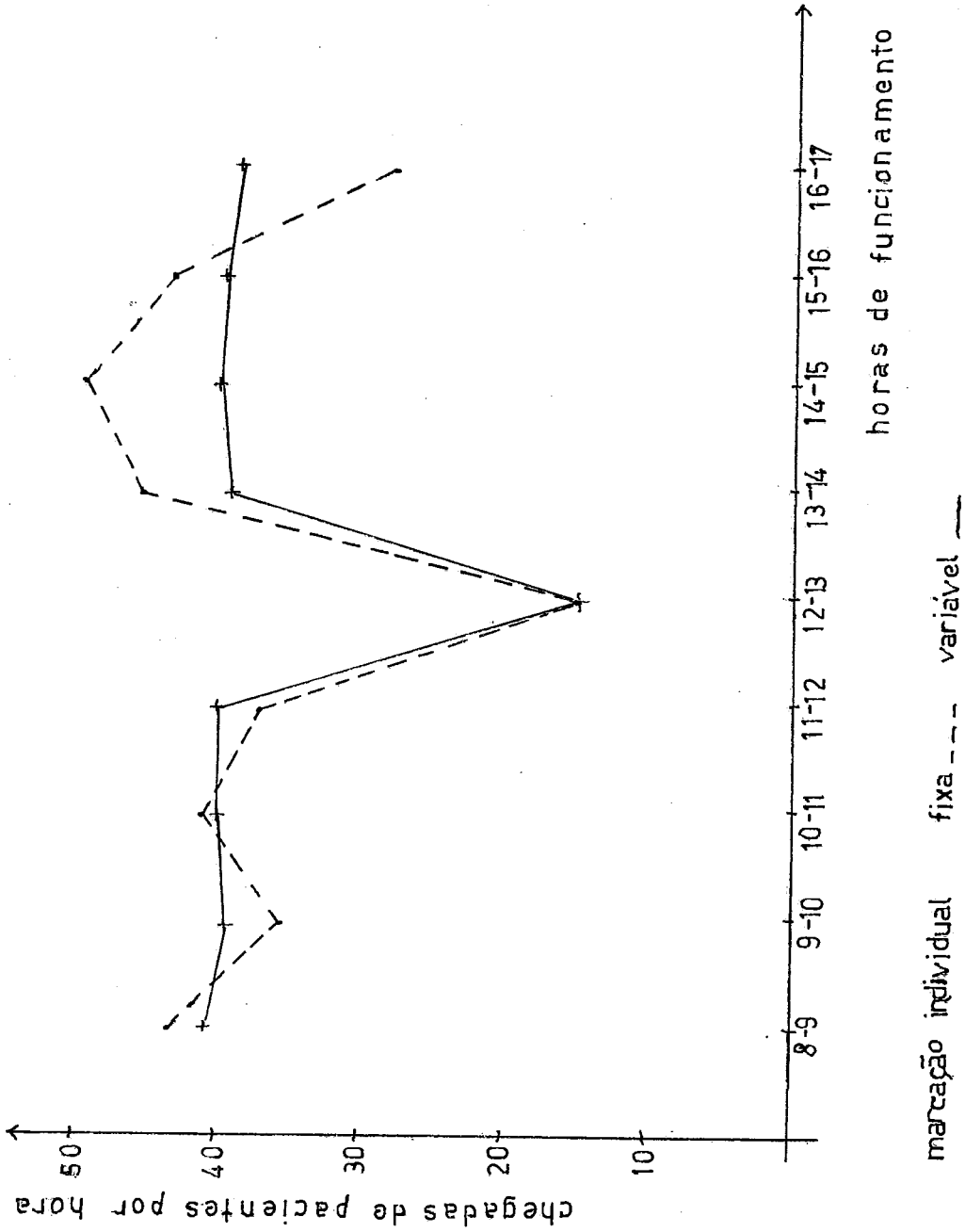


FIGURA VI-2



OBS.: Não foram marcadas consultas no horário de almoço (entre 12 e 13 horas), resultando num menor número de chegadas nesse intervalo.

CAPÍTULO VII

## MODELO DE SIMULAÇÃO DE UM CENTRO CIRÚRGICO

## 7.1. Introdução

O sistema de que trata este segundo modelo de simulação pode ser descrito do seguinte modo. Em um centro cirúrgico, os pacientes chegam a sala de operação são operados e, conforme o caso, saem do sistema ou vão para a sala de recuperação onde recebem tratamento intensivo por um determinado período. Este fluxo de pacientes é afetado aleatoriamente pelo tempo de cirurgia e pelo subsequente período de recuperação. Considerando-se que a maioria das operações pode ser marcada antecipadamente e adiada se ocorrerem muitos casos de emergência, é possível determinar este fluxo de chegadas a partir do número de operações que são marcadas por dia, sem perda de generalidade para o modelo.

A capacidade do sistema é função do número de leitos de operação e de recuperação incluindo todo o equipamento e o *staff* médico correspondente. A principal dificuldade para o dimensionamento desse sistema é obter um número de leitos de recuperação tal que os pacientes recém-operados não devam, via de regra, esperar para receberem tratamento intensivo e sem que haja

uma diminuição substancial na taxa de utilização dos referidos leitos.

O modelo de simulação elaborado para representar este sistema além de fornecer dados sobre seu comportamento em diferentes circunstâncias, possui, também, um caráter didático. Assim no relatório diário (Apêndice E) estão impressos todos os valores calculados com o simulador, em função do paciente, da sala de operação e do leito de recuperação, o que possibilita uma fácil visualização da sua estrutura.

Um dos primeiros modelos de simulação de centro cirúrgico foi desenvolvido por *FETTER E THOMPSON*<sup>5</sup>. Seu programa permite testar várias configurações de salas de operação e diferentes políticas de atendimento, a partir de uma sequência de operações marcadas e de cirurgias não marcadas geradas aleatoriamente. *BLEWETT E OUTROS*<sup>4</sup> elaboraram um simulador sobre o uso combinado de leitos hospitalares e salas de operação pelos pacientes de otorrinolaringologia e oftalmologia, concluindo que as vantagens deste sistema são muito limitadas.

*SCHMITZ E KWAK*<sup>11</sup> desenvolveram um simulador manual dos tempos de permanência nas salas de operação e de recuperação no qual o tempo de cirurgia é gerado a partir da distribuição de frequência dos intervalos de duração das operações. A definição do tipo de cirurgia serve apenas para indicar a necessidade de um tratamento pós-operatório na sala de recuperação. *KUZDRALL E OUTROS*<sup>9</sup> simularam este modelo em computador com o uso

da linguagem GPSS obtendo resultados mais completos e bastante próximos aos do modelo original.

O objetivo deste trabalho é simular o fluxo de pacientes através das salas de operação e recuperação com uma forma opcional para a geração do tempo de cirurgia a partir do tipo de operação a que o paciente vai ser submetido. O programa foi desenvolvido de forma modular, em FORTRAN, o que o torna bastante flexível para representar diversas configurações de centros cirúrgicos.

## 7.2. O Sistema

O centro cirúrgico é um dos pavilhões mais importantes do hospital. Ali, concentram-se as salas de operação e de recuperação que atendem a todos os pacientes vindos dos demais setores e aos casos de emergência que chegam, via de regra, diretamente da ambulância.

Normalmente a cada sala de operação corresponde um único leito, enquanto a sala de recuperação pode dispor de vários leitos. Assim, para individualizar as unidades do sistema, convencionou-se tratá-las de sala de operação (S0) e leito de recuperação (LR).

A dinâmica do sistema consiste no fluxo de pa

cientes através das salas de atendimento do centro cirúrgico que é quantificado pela carga esperada de pacientes/dia. Embora se ja conhecida a hora de início das operações, o término das atividades diárias depende da hora em que é liberado o último LR ainda ocupado. Os fatores aleatórios que influem no tempo de permanência do paciente no sistema são a duração da operação a que vai se submeter e o conseqüente período que deverá passar em tratamento intensivo no LR.

O tempo de cirurgia varia, principalmente em função do tipo de operação. Assim, por exemplo, uma intervenção cirúrgica em ortopedia é, normalmente, mais longa do que uma em otorrinolaringologia. O estado geral do paciente, também contribui para sua maior ou menor permanência na sala de operação. A duração de uma cirurgia exploratória para a extirpação de um tumor, por exemplo, vai depender do seu tamanho e da sua exata localização.

O tempo de permanência no leito de recuperação é também função do tipo de cirurgia e, em alguns tipos de operação onde há a possibilidade de ocorrer ou não o tratamento pós-operatório, da duração da intervenção cirúrgica. Assim, dependendo do tempo, as operações foram classificadas em:

- cirurgias menores em que não há necessidade de ir para um LR;
- cirurgias menores em que há necessidade de tratamento breve num LR;



- cirurgias maiores em que há necessidade de um período mais longo de tratamento num LR.

Outro fator que influe tanto no tempo de recuperação como no de operação é a técnica cirúrgica empregada. Uma simplificação para contornar este fator é considerar-se o uso de uma técnica cirúrgica padrão por todos os médicos do centro. No modelo desenvolvido, entretanto, para superar as variações de tempo provocadas tanto pela técnica cirúrgica quanto pelo estado do paciente, adotou-se o emprego de intervalos de tempo para definir a duração provável de cada tipo de operação. Deste modo estão previstas as eventuais oscilações no tempo de cirurgia.

### 7.3. O Simulador

#### 7.3.1. Atividades

Conforme o exposto no modelo anterior (Capítulo V), a simulação do funcionamento das salas de operação e recuperação de um hospital foi estruturada em módulos representando as seguintes atividades do sistema:

Atividade 1 - Início da operação

Atividade 2 - Fim da operação

- Atividade 3 - Fim de trânsito
- Atividade 4 - Fim de preparação da S0
- Atividade 5 - Início de recuperação
- Atividade 6 - Fim de recuperação
- Atividade 7 - Fim de preparação do LR
- Atividade 8 - Avanço de tempo

### 7.3.2. Início de operação

As condições para a execução dessa atividade são:

- haver paciente aguardando operação;
- haver S0 livre .

A principal etapa é a do cálculo do tempo gasto na sala de operação. Foram consideradas duas alternativas para encontrar-se este valor. Utiliza-se a subrotina TIPOP, caso ele esteja vinculado ao tipo de operação; caso contrário é usada outra subrotina (DUROP) que calcula diretamente a duração da operação . Estas subrotinas geram números aleatórios com base, respectivamente, nas distribuições dos tipos e dos tempos de operação. Em se guida, calcula-se a hora em que a operação termina registrando - a em função do paciente e da S0 ocupada, voltando-se a testar as con

dições para execução dessa atividade.

### 7.3.3. Fim de operação

As condições para o início desta atividade são:

- haver paciente em operação;
- a hora que a operação termina ser igual à hora do relógio do sistema.

Verifica-se a necessidade do paciente ir para a sala de recuperação e, se for o caso, quanto tempo deverá permanecer num LR. Não sendo necessário o tratamento pós-operatório, o paciente é liberado; caso contrário registra-se a hora em que ele terminará o trânsito entre a S0 e o LR. Finalmente, calcula-se a hora em que a S0 ficará liberada para receber outro paciente.

### 7.3.4. Fim de trânsito

As condições para a execução desta atividade são:

- haver pacientes em trânsito;

- a hora que o paciente fica livre do trânsito ser igual à hora do relógio do sistema.

O paciente é colocado numa fila de espera para entrar na sala de recuperação e ocupar um LR. Registram-se a hora de chegada e o número de ordem do paciente como funções de sua posição na fila.

#### 7.3.5. Fim de preparação da S0

As condições para o início desta atividade são:

- haver S0 em preparação;
- a hora em que a S0 é liberada ser igual à hora do relógio do sistema.

Após reduzir-se o número de salas de operação não liberadas, retorna-se para testar as condições de execução da atividade de Início de operação.

#### 7.3.6. Início de recuperação

As condições para executar esta atividade são:

- haver paciente na fila de espera ;
- o número de leitos de recuperação não livres ser menor que o de disponíveis.

É pesquisado o LR livre de menor número de ordem. Se não for encontrado imprime-se uma mensagem de erro. Após o cálculo do tempo de espera para ser atendido do primeiro paciente da fila, registra-se a hora em que a recuperação começa e a hora em que termina em função do LR e do usuário.

Para o cálculo do tempo que o LR fica ocupado (NTOC) temos a relação:

$$NTOC = HRT(JEN) + L11 - HRC(JEN)$$

, onde HRT (JEN) é a hora em que a recuperação termina em função do número do paciente; L11 é o tempo necessário para aprontar um LR; HRC (JEN) é a hora em que a recuperação começa em função do número do paciente.

### 7.3.7. Fim de recuperação

As condições para a execução desta atividade são:

- haver paciente em recuperação ;
- hora que a recuperação termina ser igual à hora do registro do sistema.

É calculada a hora em que o LR é liberado em função do número do LR e do paciente.

#### 7.3.8. Fim de preparação do LR

As condições para a execução desta atividade são:

- haver LR em preparação ;
- hora em que o LR é liberado ser igual à hora do relógio do sistema.

Após a redução do número de leitos de recuperação não liberados, volta-se a testar as condições da atividade de Fim de operação.

#### 7.3.9. Avanço de tempo

Após testar-se as condições para a execução de todas as atividades anteriores, é iniciada a atividade de Avanço de tempo, pesquisando-se o tempo mínimo de ocorrência de cada uma dessas atividades e, em seguida, o mínimo desses tempos mínimos para todas as atividades. Esse valor é a nova hora do relógio do

sistema. Se ainda houver pacientes esperando atendimento e/ou leitos de recuperação não liberados, volta-se a testar as condições da atividade de Fim de operação. Caso contrário, incrementa-se o número de dias simulados iniciando-se a preparação dos relatórios de saída.

#### 7.3.10. Forma de entrada

São lidos os seguintes cartões:

Cartão 1 - formato 2I2

- número inicial de pacientes, salas de operação ou leitos de recuperação (LP)
- chave para a decisão sobre o incremento deste número (LQ)

LQ = 0 mantém o valor inicial

LQ > 0 incrementa o valor inicial (LP) de uma unidade até que se iguale a LQ.

Cartão 2 - formato 4I3

- número de pacientes que são operados por dia
- número de salas de operação disponíveis

- número de leitos de recuperação disponíveis
- número de dias a serem simulados

Cartão 3 - formato 413

- chave para decisão de imprimir-se o relatório diário (L5)
- chave para decisão sobre após quantos dias deve ser iniciada a impressão de output (L6)
- intervalo de dias para imprimir-se o output - variável que dá o valor inicial e guarda o valor de L6.

Cartão 4 - formato 415

- tempo necessário para aprontar uma S0 em milésimos de hora.
- tempo de trânsito entre a S0 e o LR em milésimos de hora.
- tempo necessário para aprontar um LR em milésimos de hora.
- hora de início das operações de um dia em milésimos de hora.



### 7.3.11. Saídas do modelo

Fazendo-se  $L5 = 0$ , são impressos relatórios diários por número de ordem do paciente em relação ao:

- número do dia
- número da S0 ocupada
- hora de início da operação
- duração da operação
- hora do término da operação
- hora que o paciente termina o trânsito
- hora que a S0 é liberada para receber outro paciente
- tempo de espera para ir ao LR
- número do LR ocupado
- hora que a recuperação começa
- hora que a recuperação termina
- duração da recuperação
- hora em que o LR é liberado

Fazendo-se  $L5 < 0$  são impressos também relatórios por:

#### a) número da sala de operação

- número de ordem do paciente que a ocupa

- hora em que a operação deste paciente começa
- hora de término da operação
- hora em que a S0 é liberada

b) número do leito de recuperação

- número de ordem do paciente que o ocupa
- hora em que a recuperação deste paciente é iniciada
- hora de término da recuperação
- hora em que o LR é liberado

Fazendo-se  $L5 > 0$  são impressos relatórios a cada L6 dias simulados, contendo:

a) cabeçalho inicial fixo com

- número de pacientes que chegam por dia
- número de salas de operação
- número de leitos de recuperação
- número de dias simulados

b) cabeçalho variável com alterações no número de leitos de recuperação ou na carga diária de pacientes, contendo

- número de leitos de recuperação ou de pacientes que chegam
- tempo de espera total

- número médio de pacientes que esperam
- relação entre espera total e o número médio de pacientes que esperam
- utilização média dos leitos de recuperação
- probabilidade de espera de um paciente para entrar num LR
- hora média de término de expediente no hospital

#### 7.4. Experimentos

Inicialmente utilizou-se o relatório diário (Apêndice E) para verificar a variação nos tempos de espera entre a saída da cirurgia e a entrada na sala de recuperação. Considerando-se 5 salas de operação, 11 leitos de recuperação e uma carga diária de 27 pacientes, em 5 dias simulados, observou-se que essas esperas eram muito irregulares. Com efeito, embora tenham havido dias com pouca ou nenhuma espera (dias 3 e 4), em outros ocorreram esperas de até 40 minutos (dia 1).

Num segundo experimento, mantendo-se as demais variáveis constantes, foi aumentada a carga diária de usuários a cada 40 dias de simulação. Constatou-se que, para um fluxo de 27 pacientes, o término do dia se dava por volta de 19:20 hs, enquanto para 31 pacientes ocorria em torno de 20:17 hs.

conforme a figura VII-1.

Por fim, para as mesmas condições do experimento inicial, foi incrementado o número de leitos de recuperação, verificando-se que ocorria uma queda na taxa de utilização média dos leitos de recuperação (UTMED) (figura VII-2) compensada por uma diminuição na probabilidade de espera dos pacientes para entrar num LR ( $P(ESP)$ ) (figura VII-3).

Os experimentos realizados mostram a potencialidade do modelo como instrumento auxiliar no dimensionamento de um centro cirúrgico. Assim, por exemplo, o número ótimo de leitos de recuperação poderá ser obtido com base numa relação UTMED/ $P(ESP)$  previamente estabelecida.

FIGURA VII-1

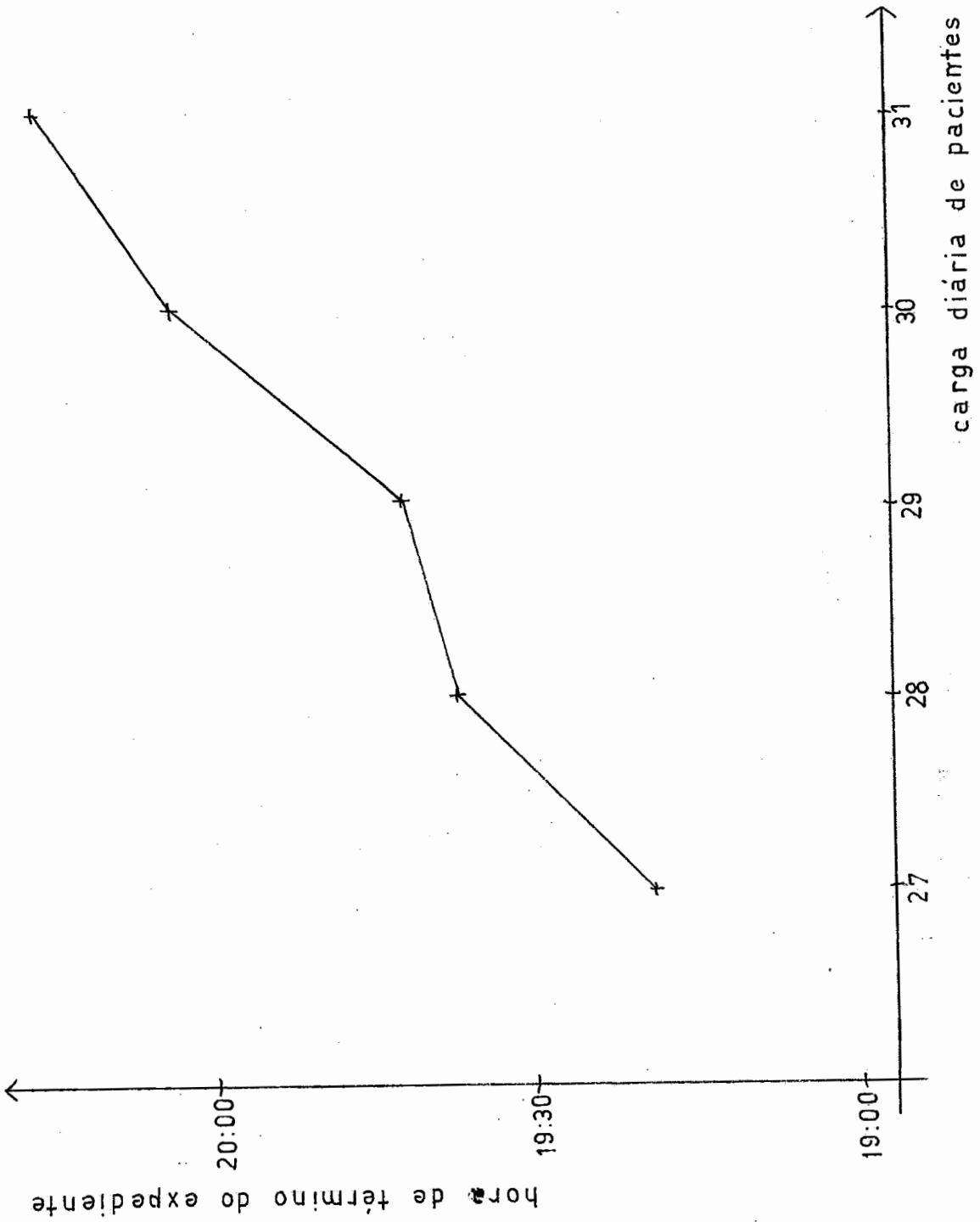


FIGURA VII-2

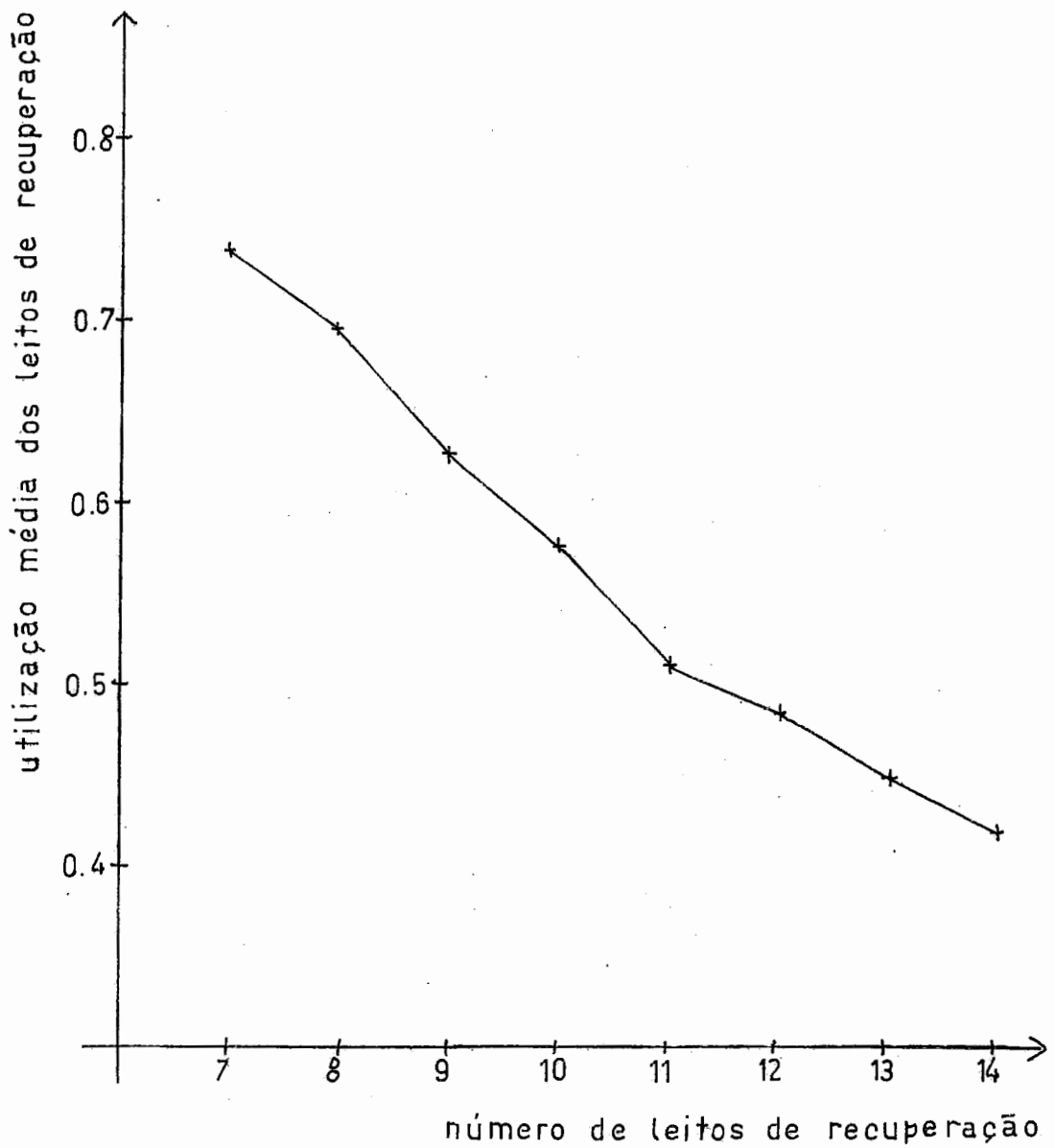
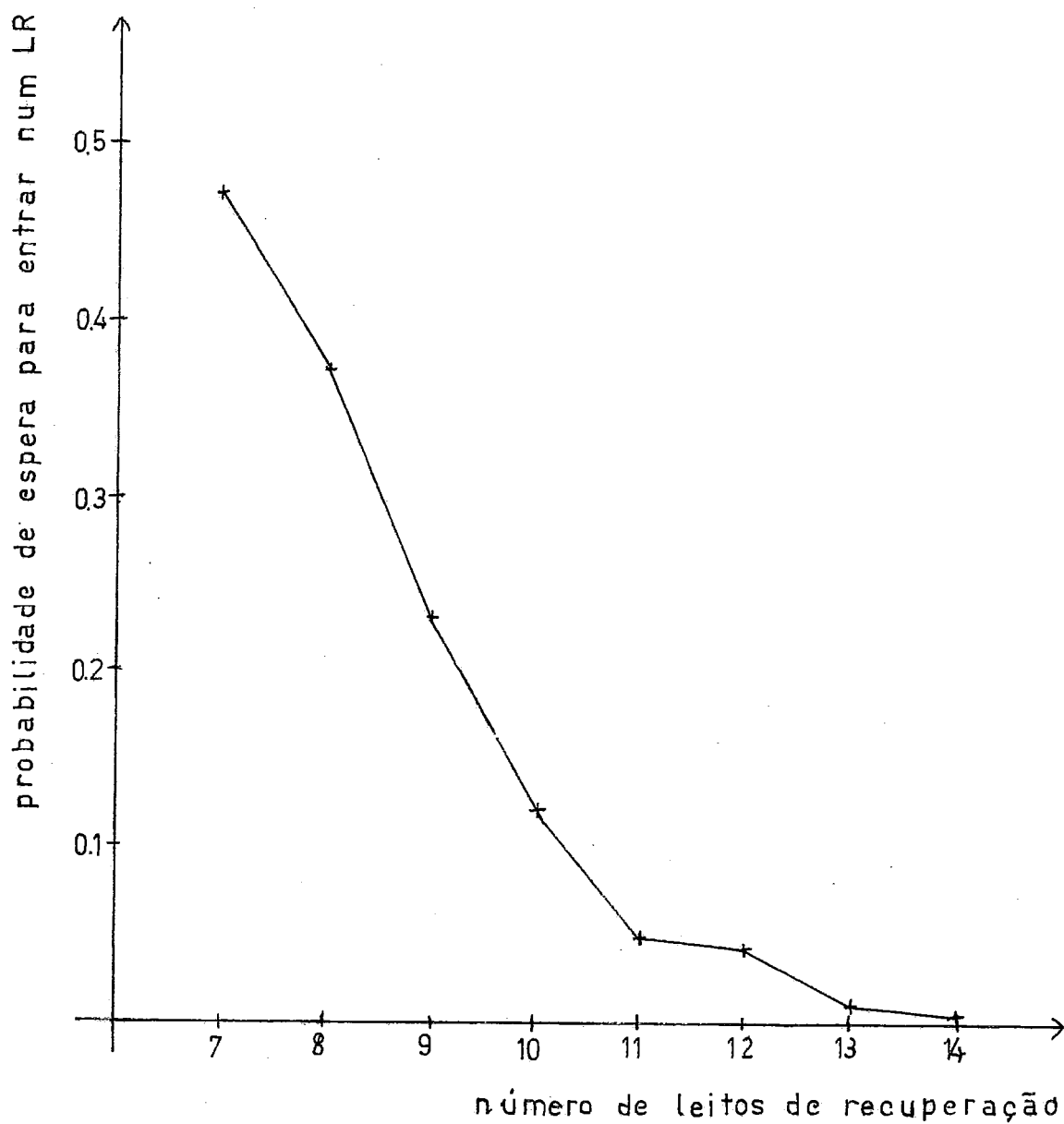


FIGURA VII-3



APÊNDICE A

## DICIONÁRIO DO PROGRAMA I

## A.1. Condições Iniciais

## A.1.1. São lidas as seguintes variáveis:

- L1 - número de médicos disponíveis
- HPROX - hora da próxima chegada
- LBD - vetor que dá o número médio de pacientes que chegam por cada uma das 9 horas do dia de trabalho segundo dados obtidos para as terças-feiras de 1969, pelo modelo.
- MSERV - matriz que fornece, para cada tipo de paciente e tempo de serviço em minutos, a frequência acumulada do número de pacientes que demoram este tempo num serviço.
- K1 - chave para decisão acerca do horário para marcar as consultas.
- NCHAV - chave para decisão sobre a emissão de relatório detalhado de um dia.
- JCHAV - chave para decisão sobre os tipos de estatísticas



que serão impressas (relatório ou gráfico) em relação às consultas marcadas

NDIAS - número de dias que se quer simular

JYL - chave para decisão sobre o uso do sistema de marcações individuais fixas.

KIK - chave para a decisão sobre a marcação de consulta de 90% dos pacientes (com a respectiva alteração na subrotina TIPAC).

KKK - chave para decisão sobre o uso de um sistema de marcação em bloco modificado com cada bloco no início de cada hora de expediente da clínica.

A.1.2. São inicializadas as seguintes variáveis ao término de uma determinada simulação.

JIT1 - contador do número de dias do tipo 1

JIT2 - contador do número de dias do tipo 2

ND - número de dias

N1 - número de dias disponíveis para marcação de consulta

N3 - tipo do dia

KIKA - contador do número de pacientes que chegam no dia. Também dá o valor médio para os dias simulados.

ACMTT - acumulador do número de pacientes que chegam em ca

- da horário
- NACJ - contador do número total de pacientes atendidos nos dias simulados. Também dá o valor médio para os dias simulados.
- NANMC - contador de número de paciente com consulta marcada nos dias simulados. Também dá o valor médio para os dias simulados
- NAPAC - contador dos pacientes que chegam nos dias simulados e têm consulta marcada para outros dias. Também dá o valor médio para os dias simulados.
- ACUM 1 - contador dos tempos médios que os médicos ficam ociosos nos dias e média para os dias simulados.
- ACUM 2 - contador dos tempos médios de espera dos pacientes nos dias e média para os dias simulados.
- R - semente para geração de número randômico
- INF - número inteiro maior que qualquer outro que possa aparecer no programa.
- KTOT - contador do número de horários disponíveis para marcação de consulta por tipo de dia.

Utiliza-se a subrotina DNH para definir os horários disponíveis para marcação de consultas e a subrotina TIDIA para definir o tipo dos N1 dias disponíveis para marcação de consulta.

A.1.3. São definidas as seguintes variáveis no início de

- um dia.
- J - contador do número de ordem dos pacientes que são atendidos em um dia.
- K - contador do número de ordem do paciente para a entrada na fila.
- NH - contador do número de serviços processados
- NFILA - contador do número de pacientes eventuais que entram na fila
- VMIN - a variável que indica o valor mínimo do tempo a cada intervalo entre chegadas ou entre términos de serviço.
- TSERV - vetor que dá a duração do serviço por tipo de médico.
- HMIN - vetor que indica a hora que termina o serviço por tipo de médico.
- KPOS - vetor que dá as posições dos médicos livres.
- HMEDL - vetor que é igualado a HPROX e indica a hora em que o médico fica livre após um serviço, por tipo de médico
- KFILM - contador do número de médicos na fila de médicos livres

A.1.4. São igualados a zero os seguintes vetores, para cada tipo de médico.

- NFIL - contador do número de pacientes com consulta mar

cada e de emergência que entram na fila.

EMED - estado do médico:

0 - livre

1 - ocupado

TOC, TTMOC - contador do tempo total que o médico fica ocioso.

TTSER - contador do tempo total que o médico fica em ser  
vício

MT - contador do número de pacientes de emergência que  
entram na fila.

#### 4.1.5. Outras variáveis inicializadas

IESTD - estado de um dia:

0 - com vagas para marcação de consultas

1 - sem vagas para marcação de consultas

NMC - contador do número de pacientes com consulta em  
um dia.

NCPAC - contador do número de pacientes que chegam no dia  
e devem ter consultas marcadas para outros dias.

IKA - contador do número de chegadas em um dia.

TOTA - contador do tempo total que os médicos ficam ocioso  
sos em toda a simulação

MTESP - contador do tempo total de espera dos pacientes  
em toda a simulação.

- LL - contador do número de pacientes que não são do tipo 2 (marcação de consulta)
- NSOBR - contador do número de pacientes que não conseguem marcar consultas nos dias disponíveis.
- N2 - número do paciente inicial para a Matriz NCHEG.
- MTT - vetor que dá o número de pacientes que são atendidos por hora do dia

## A.2. Chegada de pacientes

### A.2.1. Geração de Chegadas

- a) Gera-se o tipo do dia usando-se a subrotina ATDIA.

NV - tipo do dia

I - hora do dia de trabalho correspondente a próxima chegada.

EX - inverso do número médio de pacientes que chegam na hora I

- b) Gera-se o intervalo entre esta chegada e a anterior através da subrotina EXPENT.

X - intervalo entre essas chegadas

NX - valor absoluto de X em centésimos de hora

Gera-se o tipo de paciente

1 - paciente eventual

- 2 - paciente para marcação de consulta.
- 3 - paciente de emergência ou de segundo serviço
- ITIP - vetor que dá o tipo de paciente pelo seu número de ordem, para pacientes sem MC.
- IVET - vetor que dá a hora de chegada pelo número de ordem do paciente, para pacientes sem MC.
- LQ - contador do número de ordem do paciente
- LP - número de pacientes para marcação de consulta no dia.
- NCHEG - matriz que dá a hora da marcação de consulta de um paciente pelo número de ordem do paciente e pelo número do dia.
- JE, NTIPO - vetor que dá o tipo de paciente pelo seu número de ordem
- HCHEG - vetor que dá a hora de chegada do paciente pelo seu número de ordem.
- c) Gera-se o tipo de médico (NY) pela subrotina GEMED.
- TIMED - vetor que dá o tipo do médico pelo número de ordem do paciente.
- L3 - chave para repetição do processo de gera -

ração de médicos sem reposição na subrotina  
TIPME.

- d) Gera-se o tipo de médico (NY) pela subrotina  
TIPME

ITEMP - relógio do sistema

- e) Registrar e marcar horários de pacientes de MC

K2 - contador do número de dias necessários para mar  
car os pacientes

K3 - contador do número de dias com horários marca -  
dos

JPDIA - número de pacientes que chegam no dia e vão ter  
consultas marcadas para outros dias

- f) Utiliza-se a subrotina REGHO para definir a se  
quência dos dias disponíveis para marcação de  
consultas.

N5 - primeiro dia disponível para marcação de consul  
ta.

N6 - dia para marcação de consulta com o maior número  
de ordem

N7 - dia para marcação de consulta com o menor número  
de ordem (dia subsequente a N6)

- N8 - último dia disponível para marcação de consulta
- KI - tipo do dia
- NREST - número de horários que restam para MC em um dia
- JDIF - diferença entre o número de pacientes que demandam MC e o número de vagas existentes em um dia.
- JT - vetor que indica o total de pacientes que devem ter consultas marcadas por tipo de dia.
- N4 - chave para decisão sobre a necessidade de se utilizar os dias N7 e N8
- N9 - variável que guarda o valor de N5
- N10 - variável que guarda o valor de N6
- NT - primeiro horário disponível para marcação de consultas em um dia
- LT - último horário disponível para MC em um dia
- MK - contador do número de ordem do paciente para marcação de consultas

g) Impressão de relatórios sobre MC

Utilizam-se as subrotinas ESC e GRAF

#### A.2.2. Alocação dos pacientes às respectivas filas

- LLL - número de pacientes que não são atendidos em um dia
- K - contador do número de ordem dos pacientes que devem ser colocados nas filas



- NFILA - contador da fila de paciente eventuais
- POS - posição de um paciente na fila NFILA
- L - tipo do médico
- JA, NE, NFIL - vetor que dá o número de pacientes na fila, por tipo de médico (fila de pacientes de MC e de emergência).
- NPOS - posição de um paciente na fila NFIL
- M - matriz que dá o número de ordem de um paciente pelo tipo de médico e por sua posição na fila
- MS, MT - vetor que dá o número de pacientes na fila por tipo de médico (fila de pacientes de emergência)
- EPAC - estado de um paciente
- = 1 na fila
- ≠ 1 fora do sistema

### A.3. Início da consulta

#### a) Atualizações iniciais

- IX - número de ordem de um médico livre
- NC - número de ordem de um paciente cujo serviço é iniciado
- JD - número de ordem de um paciente na fila NFIL
- JC - número de ordem de um paciente na fila NFILA
- JP - número de ordem de um médico livre na fila KFILM

## b) Gerar tempo de serviço

Usa-se a subrotina GTSER

DUSER - vetor que dá a duração do serviço pelo número de ordem do paciente.

HINIC - hora do início do serviço pelo número de ordem paciente

HTSER - hora do término do serviço pelo número de ordem do paciente

NPAC - número de ordem do paciente pelo número do médico

TSERV - tempo de serviço pelo número do médico

EMED - estado do médico

= 0 livre

= 1 ocupado

TMOC - tempo que o médico fica ocioso

TESP - tempo de espera do paciente

## A.4. Término da consulta

IMIN - número do médico que fica livre mais cedo

## A.5. Avanço de tempo

## A.6. Impressão de relatório

N - número de ordem de um paciente

- TTTOC - percentagem do tempo que os médicos ficam ociosos
- TTTER - percentagem do tempo que os médicos ficam trabalhando
- ATESP - tempo médio de espera dos pacientes
- TOTM - percentagem média do tempo que um médico fica ocioso
- MEDAC - média de pacientes que chegam por dia

A.7 - Subrotina DNH

Calcula os horários disponíveis para

marcação de consulta

- N2, KBD - matriz que guarda os horários disponíveis para MC, por tipo de dia desprezando a hora do almoço.
- LTOT - total de horários disponíveis em uma 2a., 4a., ou 6a. feira e total geral
- MTOT - total de horários disponíveis em uma 3a. ou 5a. feira
- M1 - proporção do número de pacientes que não são de MC em um dia determinado
- NHORA - número de horários disponíveis para MC por hora e tipo do dia
- JTOT,KTOT - total de horários disponíveis para MC por tipo de dia.

- KHORA - matriz que dá a hora disponível para MC pelo número de ordem dos horários e tipo de dia
- NX4 - intervalo de tempo entre dois horários em centésimos de hora.
- KN - contador do número de horários disponíveis para MC em um dado instante
- NG - valor inicial de KN
- NXJ - chave para desconsiderar-se a hora do almoço
- NX3 , NX2 - intervalo para marcação de consultas
- NX1 - hora para início de incremento com NX2
- JV - contador do número de consultas que são marcadas em uma mesma hora
- KI - contador do número de consultas que são marcadas em horas diferentes de um mesmo horário.
- A.8 - Subrotina TIDIA
- Define os tipos de dias
- NR - número do primeiro dia da semana
- NF - número do último dia da semana
- MM - chave para decisão sobre se a cada dia da semana corresponderá um tipo de dia ou não.

- N1 - número de dias disponíveis para marcação de consultas.
- A.9 - Subrotina EXPENT  
Gera o intervalo entre chegadas
- Y - valor randômico  
X - intervalo exponencial entre chegadas
- A.10 - Subrotina ATDIA  
Gera o dia da semana
- N3 - tipo do dia  
N1 - número de dias disponíveis para marcação de consultas
- A.11 - Subrotina TIPAC  
Gera o tipo de paciente
- Y - valor randômico  
TIP - tipo de paciente
- 1 = eventual  
2 = marcação de consulta  
3 = emergência ou de segundo serviço

## A.12 - Subrotina GEMED

Gera o tipo de médico para pacientes de segundo serviço.

- Y - valor randômico e também valor real do número do médico
- NY - valor do número do médico

## A.13 - Subrotina TIPME

Gera o tipo de médico para pacientes com consulta marcada.

- L3 - contador de médicos já escolhidos e chave para decisão sobre o início ou continuação do processo de escolha.
- NK - vetor que guarda a posição dos médicos
- L2 - número de médicos disponíveis
- Y - valor real do número do médico
- NY - valor inteiro do número do médico
- L4 - última posição para atualização da fila de médicos

## A.14 - Subrotina REGHO

Fornece os dias com vaga para MC

- N3 - número do tipo do dia
- N1 - número de dias disponíveis para MC

- N5 - primeiro dia disponível para MC
- N8 - último dia disponível para MC
- N6 - dia para MC com o maior número de ordem
- N7 - dia para MC com menor número de ordem  
(dia subsequente a N6)
- N4 - chave para a decisão sobre a necessidade  
de se definir os dias N7 e N8

A.15 - Subrotina ESC

Dá o relatório sobre a chegada de pacientes

tes.

- ND - número do dia
- J - número de pacientes em um dia
- NMC - número de pacientes de MC em um dia
- NCPAC - número de pacientes de MC que chegam em  
um dia e são marcados para outros dias
- N - dia da semana para MC (último dia marcado)
- NSOBR - número de pacientes de MC que não são a  
tendidos por falta de dia para MC.
- IKA - contador do número de pacientes gerados no  
dia
- N3 - tipo do dia

A.16 - Subrotina GRAF

Dá o gráfico sobre a chegada de pacientes

- MTT - vetor que dá o número de pacientes em cada horário
- MGRAF - vetor que dá o número de pacientes em cada horário de forma gráfica (asteriscos)
- ND - número do dia
- J - número total de pacientes no dia
- KNI, LBD - número de pacientes que chegam inicialmente segundo dados históricos, por horários e tipo de dia.
- MTB - contador do número de paciente excluindo os da hora do almoço
- NA - variância
- MTC - média do número de pacientes que deveriam chegar em cada horário
- MB - número do dia
- MA - número do horário
- NVAR - número de chegadas em um horário menos a média (MTC)
- A.17 - Subrotina GTSER  
Gera o tempo de serviço
- MSERV - matriz que dá a frequência acumulada dos tempos de serviço por tempo de serviço e tipo de paciente



- X - valor randômico. É convertido para centêsimos de hora
- NP - valor inteiro de X
- JE - tipo do paciente
- NQ - tempo de um serviço
- MGER - duração de um serviço. É convertido para centêsimos de hora

APÊNDICE B

## DICIONÁRIO DO PROGRAMA II

## B.1. Condições Iniciais

## B.1.1. Variáveis inicializadas apenas no início da simulação

## a) São zerados os contadores de:

- ND - número de dias
- ANPE, NNPE - total de pacientes que esperam em cada dia
- ATESP, JTESP - total de tempos de espera em cada dia
- JTTOC - total dos tempos de ocupação dos LR em um dia
- MAXLT - acumulador dos tempos máximos de fim de preparação de leito de recuperação
- MAXOT - acumulador dos tempos máximos de fim de operação

## b) São definidos:

- INF - um número inteiro maior que qualquer outro que possa aparecer no programa

- R - semente para a geração de números ran  
dômicos
- c) São lidos:
- L1 - número de pacientes que são operados  
por dia
  - L2 - número de salas de operação (S0) dis  
poníveis
  - L3 - número de leitos de recuperação (LR)  
disponíveis
  - L4 - número de dias a serem simulados
  - L5 - chave para decisão sobre qual output  
imprimir
  - L6 - chave para decisão sobre após quantos  
dias deve ser iniciada a impressão de  
output
  - L7 - indicador do intervalo de tempo a ser  
adotado para impressão de relatório, a  
pós a primeira impressão
  - L8 - chave que guarda o valor de L6 para a  
impressão do cabeçalho, quando se in  
crementa L3
  - L9 - tempo necessário para aprontar um S0
  - L10 - tempo de trânsito entre a S0 e o LR
  - L11 - tempo necessário para aprontar um LR

- L12 - hora de início das operações de um dia
- LP - número inicial de pacientes, S0 ou LR disponíveis
- LQ - chave para decisão sobre o incremento de LP

B.1.2. Variáveis inicializadas sempre que se inicia um novo dia

a) - Variáveis de estado

São inicializados os seguintes vetores:

INDPA - vetor que indica o estado de cada paciente:

- 1 - aguardando operação
- 2 - em operação
- 3 - em trânsito
- 4 - na fila de espera para ir para o LR
- 5 - em recuperação
- 6 - fora do sistema

INDS0 - vetor que indica o estado das salas de operação

- 0 - livre
- 1 - ocupada
- 2 - em preparação

INDLR - vetor que indica o estado dos leitos de recuperação

0 - livre

1 - ocupado

2 - em preparação

b) Vetores de decisão

São igualados a INF os seguintes vetores:

- Em função da sala de operação

OPTER - hora em que a operação termina

HSOL - hora em que a S0 fica livre.

- Em função do leito de recuperação

RECOM - hora em que a recuperação começa

RETER - hora em que a recuperação termina

HLRL - hora em que o LR fica livre

- Em função do número de ordem do paciente:

HPLTR - hora em que o paciente fica livre de trânsito

c) - Outros vetores auxiliares

São igualados a zero vetores auxiliares que são função do número de ordem do paciente.

HRC = RECOM  
 HRT = RETER  
 HLL = HLRL  
 HPTTR = HPLTR  
 NLR = número do leito de recuperação em função do  
 número de ordem do paciente que o ocupa  
 TESP = tempo de espera do paciente para entrar no  
 LR.

d) - Variáveis auxiliares

São zerados os seguintes contadores:

NSONL - número de SO não livres  
 NLRNL - número de LR não livres  
 NFILA - número de pacientes na fila para o LR  
 N - contador do número de pacientes que pas-  
 sam pelo sistema  
 JZ - contador do número de pacientes que saem  
 do sistema  
 NPE - número de pacientes que esperam para en  
 trar no LR  
 NTESP - total de tempos de espera do dia  
 NTTOC - tempo total que os LR ficam ocupados em  
 um dia

**B.2. Início da operação**

- S0 - número da sala de operação
- OPCOM - hora em que a operação começa em função da S0
- HOC - hora em que a operação começa em função do número do paciente
- NCH - tipo do paciente
- OPTER - hora em que a operação termina em função da S0
- HOT - hora em que a operação termina em função do número do paciente
- DUO - duração da operação por paciente

**B.3. Fim da operação**

- DUR - duração da recuperação por paciente
- HSL - hora em que a S0 fica livre em função do número do paciente

**B.4. Fim de trânsito**

- HCHEG - hora da chegada na fila pela posição ocupada na mesma
- NPACF - número do paciente pela posição na fila

**B.5. Fim de preparação da S0**

**B.6. Início de recuperação**

- JEN - número do paciente que ocupa a primeira posição na fila
- NLR - número do leito de recuperação (LR) por paciente
- TESP - tempo de espera do primeiro paciente da fila
- NTOC - tempo que um LR fica ocupado

**B.7. Fim de recuperação****B.8. Fim de preparação do LR****B.9. Avanço do tempo**

Utiliza-se a subrotina AMIN

- VET - vetor que dá a próxima hora para o relógio do sistema

**B.10. Impressão de relatórios**

- MAXHO - última hora de fim de operação em um dia
- MAXHL - última hora de fim de preparação de LR em um dia
- CH,NTMOC - média de ocupação dos LR por dia
- RI, IR - duração da operação dos LR por dia



- UTNDM - utilização média dos LR em um dia
- HNPE - média de pacientes que esperam nos dias simulados
- KTESP - média dos tempos de espera nos dias simulados
- MEDLT - média das horas em que terminam as preparações de LR
- MEDOT - média das horas em que terminam as operações
- V1 - razão entre o tempo total de espera e o número de pacientes que esperam
- V2 - razão entre o número de pacientes que esperam e o número de pacientes que chegam nos dias simulados

#### B.11. Subrotina EXPENT

Gera um número com distribuição exponencial

Y = número randômico

EX = média de chegadas

X = número gerado pela distribuição exponencial

#### B.12. Subrotina TIPOP

Define o tipo de paciente

DUG - duração da operação gerada

T5 - número aleatório gerado

NTIPO - tipo de paciente

**B.13. Subrotina DUROP**

Calcula a duração da operação

AM - valor do número gerado em milésimos de hora

NB - valor inteiro de AM

**B.14. Subrotina TEREK**

Calcula o tempo de recuperação

**B.15. Subrotina AMIN**

Acha o tempo mínimo de uma atividade

KX - vetor que dá os tempos de cada paciente na atividade

KY - vetor que dá os estados de cada paciente

KZ - variável que guarda o número do estado do paciente ,  
da S0 ou do LR

LX - número total de elementos de um desses três estados

LY - índice do vetor de tempo mínimo

MIN - valor do vetor de tempo mínimo

**B.16. Subrotina AMAX**

Acha o tempo máximo de duração de uma atividade

KTT - vetor que dá os tempos de cada paciente na atividade

LMAX - tempo máximo do paciente na atividade

LQ - número de pacientes que são operados por dia

**B.17. Subrotina RELDI**

Imprime relatório diário por número do paciente

**B.18. Subrotina INFOR**

Imprime estatísticas por salas de operação e/ou leitos de recuperação.

MEA - número de pacientes que são operados por dia

MEB - número de salas de operação ou leitos de recuperação

MEC - vetor que dá o número do paciente por S0 ou LR

MED - hora de início da atividade

MEE - hora de término da atividade

MEF - hora do término da preparação da S0 ou do LR

**B.19. Subrotina RELSI**

Imprime estatísticas para o total de dias simulados

**B.20. Outras variáveis inicializadas**

ITEMP - relógio do sistema. Igualado inicialmente à hora de início das operações de um dia (L12)

NX, IN, MY, MT, MA, MB, MC - variáveis utilizadas como índices dos valores mínimos de cada um dos vetores de decisão sobre o avanço de tempo OPTER, NPAC, HPLTR, HSOL, RETER ,

JPAC, HLRL, respectivamente, sendo:

- NPAC - número do paciente por S0
- JPAC - número do paciente por LR
- NS0 - número da S0 por paciente
- NLR - número do LR por paciente
- HSL - hora que a S0 fica livre em função do paciente

APÊNDICE C

LISTAGEM DO PROGRAMA I

```

FILE 5=CARTOES,UNIT=READER
FILE 6=IMPRESS,UNIT=PRINTER
SUBROUTINE DNH(KBD,LBD,NHORA,KTOT,KHORA,L1,K1,JYL,KIK,KKK)
DIMENSION KBD(5,8),LBD(5,9),NHORA(5,8),KTOT(5),KHORA(5,600)
C DESPREZAR HORA DE ALMOCO
DO 601 I=1,2
DO 601 N=1,4
601 KBD(I,N)=LBD(I,N)
DO 507 I=1,2
DO 507 N=5,8
502 KBD(I,N)=LBD(I,N+1)
C ACUMULAR OS HORARIOS
LTOT=0
I=1
677 DO 503 N=1,9
503 LTOT=LTOT+LBD(I,N)
IF(I-1)675,676,675
676 I=2
MTOT=LTOT*3
LTOT=0
GO TO 677
675 LTOT=LTOT*2
LTOT=LTOT+MTOT
JALM1=LTOT/45-LBD(1,5)*0.578+0.5
JALM2=LTOT/45-LBD(2,5)*0.578+0.5
ALM=(JALM1+JALM2)/16.+0.5
JALM=IFIX(ALM)
C ACHAR HORARIOS DISPONIVEIS
DO 504 I=1,2
DO 504 N=1,8
M2=KBD(I,N)
TM1=M2*0.578
IF(KIK.EQ.0)TM1=M2*0.1
NHORA(I,N)=LTOT/45-TM1+JALM+1.
IF(JYL.EQ.1)NHORA(I,N)=(LTOT/45)*0.422+1.0+JALM
IF(NHORA(I,N))603,604,604
603 NHORA(I,N)=0
604 WRITE(6,505)NHORA(I,N)
505 FORMAT(2X,'NHORA=',I5)
KTOT(I)=KTOT(I)+NHORA(I,N)
504 CONTINUE
C CATALOGAR HORARIOS DE MC POR TIPO DE DIA
IF(K1)682,682,681
682 DO 683 I=1,2
JTOT=KTOT(I)
DO 683 J=1,JTOT
KHORA(I,J)=800
IF(K1)895,683,683
895 IF(J.GT.(JTOT/2))KHORA(I,J)=1300

```

```

683 CONTINUE
GO TO 518
681 NX4=100
IF(KKK)4,4,1
1 DO 2 I=1,2
NX1=700
KN=0
DO 2 N=1,8
NNN=NHORA(I,N)
IF(NNN)5,5,6
6 NG=KN#1
KN=KN#NNN
IF(NX1.EQ.1100)NX1=NX1+NX4
NX1=NX1+NX4
DO 3 J=NG,KN
3 KHORA(I,J)=NX1
GO TO 2
5 NX1=NX1+NX4
2 CONTINUE
GO TO 518
4 DO 635 I=1,2
KN=0
NX5=0
NX1=780
NX2=20
NX3=NX2
DO 509 N=1,8
L=NHORA(I,N)
C EVITAR HORARIO SEM HORA DISPONIVEL PARA MC
IF(L)678,678,510
510 NG=KN#1
KN=KN#L
JV=0
DO 511 J=NG,KN
KHORA(I,J)=NX1+NX2
JV=JV+1
IF(JV=L1*K1)511,512,512
512 NX2=NX2+NX3
K1=K1+1
511 CONTINUE
678 NX1=NX1+NX4
IF(NX5)513,641,513
641 IF((NX1+NX3)-1200)513,514,514
514 NX1=NX1+NX4
NX5=1
513 K1=1
NX2=NX3
509 CONTINUE
635 CONTINUE
518 RETURN

```

```

END
SUBROUTINE TIDIA(NTIPS,N1)
DIMENSION NTIPS(30)
NR=-4
NF=0
MM=0
518 NR=NR*5
NF=NF*5
DO 522 N=NR,NF
IF(MM*637,521,520)
521 NTIPS(N)=1
IF(N-NF)638,639,639
638 MM=1
GO TO 522
520 NTIPS(N)=2
639 MM=0
GO TO 522
637 NTIPS(N)=N
522 CONTINUE
IF(NF=N1)518,523,523
523 RETURN
END
SUBROUTINE ATDIA (N3,N1)
IF(N3=N1)540,541,541
541 N3=1
GO TO 542
540 N3=N3*1
542 RETURN
END
SUBROUTINE EXPENT(EX,R,X)
Y=RANDOM(R)
X=-EX*ALOG(Y)
RETURN
END
SUBROUTINE TIPAC(R,J,TIP)
Y=RANDOM(R)
IF(Y-0.435)3,3,4
3 TIP=1
GO TO 7
4 IF(Y-0.857)5,5,6
5 TIP=2
GO TO 7
6 TIP=3
7 RETURN
END
SUBROUTINE GEMED(R,L1,NY)
Y=RANDOM(R)
Y=Y/(1.0/L1)+1.0
NY=FIX(Y)
RETURN

```



```

END
SUBROUTINE TIPMB(R,L1,L3,NY,NK)
DIMENSION NK(15)
IF(L3=2,1,2)
1 DO 3 LB=1,L1
3 NK(LB)=LB
2 L2=L1-L3
Y=RANDOM(R)
Y=Y/(1.0/L2)+1.0
NX=IFIX(Y)
NY=NK(NX)
L4=L2-1
IF(NX=L4)8,8,9
8 DO 4 LC=NX,L4
4 NK(LC)=NK(LC+1)
9 L3=L3+1
IF(L3=L1)5,6,6
6 L3=0
5 RETURN
END
SUBROUTINE REGHO (N3,N4,N5,N6,N7,N8,N1)
IF(N3=N1)550,551,551
551 N5=1
N6=N3-1
N4=0
GO TO 552
550 N5=N3+1
N4=1
N6=N1
N7=1
N8=N3-1
IF(N8)581,581,552
581 N8=1
552 RETURN
END
SUBROUTINE ESC (ND,J,NMC,NCPAC,N,NSOBR,IKA,N3)
DIMENSION NMC(30),NCPAC(30)
IF(ND=1)1,1,2
1 WRITE(6,666)
666 FORMAT(8X,'ND',3X,'TOT. PAC.',2X,'PAC. MC',2X,'PAC. P/ MC',3X,'DIA
* P/ MC',3X,'SEM VAGA',2X,'TOT. NO DIA')
2 WRITE(6,655)ND,J,NMC(N3),NCPAC(N3),N,NSOBR,IKA
655 FORMAT(7(5X,I5))
RETURN
END
SUBROUTINE GRAF(MTT,MGRAF,ND,J,LBD,MTB,NA)
DIMENSION MTT(12),MGRAF(500),LBD(5,9)
NA=0
MTB=J-MTT(5)
MTC=MTB/8

```

```

      IF(ND=1)1,1,2
1  WRITE(6,3)
3  FORMAT(/,' HORARIO X NO. DE CHEGADAS',/)
      DO 6 MB=1,2
      DO 5 MA=1,9
      KNI=LRD(MB,MA)
      DO 7 MC=1,KNI
7  MGRAF(MC)='*'
5  WRITE(6,8)MA,(MGRAF(MD),MD=1,KNI)
8  FORMAT(2X,15,2X,78A1)
6  CONTINUE
2  DO 20 I=1,4
      NVAR=MTT(I)-MTC
20  NA=NA+NVAR**2
      DO 21 I=6,9
      NVAR=MTT(I)-MTC
21  NA=NA+NVAR**2
      WRITE(6,4)(MTT(M),M=1,9),J,NA
4  FORMAT(10(5X,15),5X,'VARIANCIA=',15)
      DO 9 II=1,9
      KNI=MTT(II)
      KKL=0
      IF(KNI)30,30,31
30  KKL=1
      KNI=1
31  DO 10 I=1,KNI
10  MGRAF(I)='*'
      IF(KKL.EQ.1)MGRAF(1)='-'.
      WRITE(6,11)II,(MGRAF(I),I=1,KNI)
11  FORMAT(2X,15,2X,78A1)
9  CONTINUE
      RETURN
      END
      SUBROUTINE GTSER(R,NC,JE,MSERV,MGER)
      DIMENSION MSERV(3,42)
      X=RANDOM(R)
      X=X*100
      X=X+0.5
      NP=IRTX(X)
      DO 6 NQ=2,42
      IF(NP=MSERV(JE,NQ))7,7,6
7  MGER=NQ-1
      MGER=5*MGER/3
      GO TO 90
6  CONTINUE
90  RETURN
      END

```

C CONDIC0ES INICIAIS

```

      INTEGER HCHEG(900),POS(99),TIMED(900),EPAC(900),DUSER(900),HINIC(9
*00),HTSER(900),TE SP(900),EMED(15),TSERV(15),TMOC(15),HMEDL(15),TIP

```

```

*,TTMOT(15),TTSER(15),VMIN,HMIN(15)
  INTEGR ACMTT(12)
  DIMENSION KTOT(5),LBD(5,9),KBD(5,8),NHORA(5,8),KHORA(5,600),NTIPS(
*30),NCPAC(30),NMC(30),NCHEG(30,600),IESTD(30),JT(30),NTIPO(900),NF
*IL(15),NPAC(15),M(15,99),MSERV(3,42),MT(15),TTTOC(15),TTTER(15),KP
*OS(15),NK(15)
  DIMENSION IVET(600),ITIP(600)
  DIMENSION MTT(12),MGRAF(500)
  DIMENSION MEDAC(12)
  READ(5,501)M(LBD(J,I),I=1,9),J=1,2)
501 FORMAT(18I3)
  READ(5,1200)L1,HPROX
1200 FORMAT(2I3)
  READ(5,200)MSERV(3,JX),JX=1,32)
200 FORMAT(31I2,I3)
  READ(5,202)MSERV(2,JX),JX=1,40)
202 FORMAT(40I2)
  READ(5,347)MSERV(2,JX),JX=41,42)
347 FORMAT(12,I3)
  READ(5,204)MSERV(1,JX),JX=1,29)
204 FORMAT(28I2,I3)
  READ(5,930)K1,NCHAV,JCHAV,NDIAS
930 FORMAT(3I2,I5)
  READ(5,1990)JYL,KIK,KKK,N1
1990 FORMAT(4I2)
C INICIALIZACAO DE VARIÁVEIS
1005 K1=K1+1
      DO 924 I=1,12
924 ACMTT(I)=0
      JIT1=0
      JIT2=0
      ND=0
      N1=10
      N3=0
      R=7.0
      INF=3*000
      KIKA=0
      NACJ=0
      NANMC=0
      NAPAC=0
      ACUM1=0.0
      ACUM2=0.0
      DO 500 I=1,5
500 KTOT(I)=0
C DEFINICAO DO NO. DE HORARIOS DISPONIVEIS PARA MARCACAO DE CONSULTAS
  CALL DNH(KBD,LBD,NHORA,KTOT,KHORA,L1,K1,JYL,KIK,KKK)
C DEFINIR O TIPO DOS DEZ DIAS DA SEMANA
  CALL TIDIA(NTIPS,N1)
C INICIO DE UM DIA
  DO 600 I=1,10

```

```

      IESTD(I)=0
      NMC(I)=0
600  NCPAC(I)=0
525  ND=ND+1
      J=0
      IKA=0
      HPROX=800
      TOTA=0.0
      LL=0
      K=0
      NSOBR=0
      MTESP=0
      NH=0
      NFIEA=0
      VMIN=0NF
      KFILM=L1
      DO 837 I=1,12
832  MTT(I)=0
      DO 21 I=1,L1
      KPOS(I)=I
      TSERV(I)=INF
      HMIN(I)=INF
      NFIL(I)=0
      EMED(I)=0
      HMEDL(I)=HPROX
      MT(I)=0
      TTMOC(I)=0
21  TTSERV(I)=0
      N2=1

```

```

C REGISTRAR OS HORARIOS DOS PAC. DE MC ATRAVES DOS DIAS
  CALL ATDIA (N3,N1)
  NV=NTIPS(N3)

```

```

C ATIV 1 GERAR CHEGADAS
  3 I=HPROX/100+7

```

```

    IF(I=10)11,12,12

```

```

11  EX=1./LBD(NV,I)

```

```

    IKA=IKA+1

```

```

    CALL EXPENT(EX,R,X)

```

```

    X=X*1.0

```

```

    X=X+0.5

```

```

    NX=IF(X,X)

```

```

    CALL TIPAC(R,IKA,TIP)

```

```

    IF(TIP=2)801,802,801

```

```

802  NCPAC(N3)=NCPAC(N3)+1

```

```

    HPROX=HPROX+NX

```

```

    GO TO 3

```

```

801  LL=LL+1

```

```

    ITIP(LL)=TIP

```

```

    IVET(LL)=HPROX+NX

```

```

    HPROX=IVET(LL)

```

```

GO TO 3
12 IF(HPROX.EQ.IVET(LL))LL=LL-1
   J=1
   LQ=1
   N2=1
   LP=NMC(N3)
   IVET(LL+1)=INF
   NCHEG(N3,LP+1)=INF
808 IF(IVET(LQ)+NCHEG(N3,N2))804,805,805
804 HCHEG(J)=IVET(LQ)
   I=HCHEG(J)/100-7
   MTT(I)=MTT(I)+1
   NTIPO(J)=ITIP(LQ)
   IF(NTIPO(J)-3)806,807,806
807 CALL GEMED(R,L1,NY)
   TIMED(J)=NY
806 J=J+1
   LQ=LQ+1
   L3=0
   GO TO 808
805 IF(NCHEG(N3,N2)-INF)809,810,810
809 HCHEG(J)=NCHEG(N3,N2)
   I=HCHEG(J)/100-7
   MTT(I)=MTT(I)+1
   NTIPO(J)=2
   CALL TIPME(R,L1,L3,NY,NK)
   TIMED(J)=NY
   N2=N2+1
   J=J+1
   GO TO 808
810 ITEMP=HCHEG(1)
   J=J+1
   IF(NV.EQ.1)JIT1=JIT1+J
   IF(NV.EQ.2)JIT2=JIT2+J
   HPROX=ITEMP
C REGISTRAR OS HORARIOS DE PAC. MC
   K2=0
   K3=0
   JPDIA=NCPAC(N3)
   CALL REGHO(N3,N4,N5,N6,N7,N8,N1)
555 DO 560 N=N5,N6
   IF(RESTD(N))560,561,560
561 KI=NTIPS(N)
   NREST=KTOT(KI)-NMC(N)
   JDIF=JPDIA-NREST
   IF(JDIF)562,562,563
562 JT(N)=JPDIA+NMC(N)
   K2=K2+1
   GO TO 554
563 JT(N)=KTOT(KI)

```

```

JPDIA=JDIF
K2=K2+1
560 CONTINUE
NSOBR=JPDIA
IF(N4)554,554,553
553 N4=-1
N9=N5
N10=N6
N5=N7
N6=N8
NSOBR=0
GO TO 555
554 IF(N4)582,579,579
582 N5=N9
N6=N10
C REGISTRAR AS HORAS DE CHEGADA DE CADA PACIENTE
579 DO 570 N=N5,N6
IF( IESTD(N))570,571,570
571 KI=NT*PS(N)
NT=NMC(N)+1
LT=JT(N)
DO 573 MK=NT,LT
573 NCHEG(N,MK)=KHORA(KI,MK)
NMC(N)=LT
IF(LT=KTOT(KI))575,574,574
574 IESTD(N)=1
575 K3=K3+1
IF(K3=K2)570,578,570
570 CONTINUE
IF(N4)577,578,577
577 N5=N7
N6=N8
N4=0
GO TO 579
578 IESTD(N3)=0
IF(UCPAM)833,831,830
831 CALL FSO(ND,J,NMC,NCPAC,N,NSOBR,IKA,N3)
GO TO 833
830 CALL GRAF(MTT,MGRAF,ND,J,LBD,MTB,NA)
833 NACJ=NACJ+J
NANMC=NANMC+NMC(N3)
NAPAC=NAPAC+NCPAC(N3)
KIKA=KIKA+IKA
NMC(N3)=0
NCPAC(N3)=0
IF(ND=EQ.1)NACJ=NACJ-J
IF(ND=10)525,44,44
C CONDICIONES
44 IF(K-J)5,407,407
407 LL=J-NH

```

```

      HPROX=INF
      GO TO 72
      5 IF(HPROX-ITEMP)101,102,101
C ATIVIDADES
102 K=K+1
      IF(NT*PO(K)-1)15,16,15
      16 NFILA=NFILA+1
      POS(NFILA)=K
      GO TO 19
      15 L=TIMED(K)
      NFIL(L)=NFIL(L)+1
      NPOS=NFIL(L)
      IF(NT*PO(K)-2)17,18,17
      18 M(L,NPOS)=K
      GO TO 19
C ATUALIZA FILA DE SEG. SERV.
      17 MT(L)=MT(L)+1
      MS=MT(L)
      NE=NFIL(L)
1000 IF(NE=MS)919,919,1041
1041 M(L,NE)=M(L,NE-1)
      NE=NE-1
      GO TO 1000
      919 M(L,MS)=K
      19 EPAC(K)=1
      HPROX=HCHBG(K+1)
C ATIV 3 INICIO DE SERVICO
C CONDIC0ES
C SABER SE HA MED. LIVRE
      101 IF(KFILM)1207,22,1207
      1207 DO 1300 IX=1,KFILM
      I=KPOS(IX)
C SABER SE HA PAC. NA FILA DO MED. LIVRE
      IF(NFIL(I))25,25,26
C ATIVIDADES
      26 NC=M(I,1)
      NFIL(I)=NFIL(I)-1
      IF(NT*PO(NC)-3)788,739,788
      739 MT(I)=MT(I)-1
      788 JA=NFIL(I)
      IF(JA)70,70,28
C ATUALIZA MATRIZ DE POSICOES
      28 DO 29 JD=1,JA
      29 M(I,JD)=M(I,JD+1)
      GO TO 70
C VERIFICA SE HA PAC. NA FILA DE EVENT.
      25 IF(NFILA)1300,1300,31
      31 NC=POS(1)
      NFILA=NFILA-1
      TIMED(NC)=I

```

```

      IF(NFTLA)70,70,33
C ATUALIZA VETOR DE POSICOES
  33 DO 34 JC=I,NFILA
  34 POS(JC)=POS(JC+1)
      GO TO 70
1300 CONTINUE
      GO TO 22
  70 JE=NT*PO(NC)
      KFILM=KFILM+1
      IF(KFILM)1301,1301,1209
1209 IF(IX*KFILM)1302,1302,1301
C ATUALIZA FILA DE MED. LIVRE
1302 DO 1210 JP=IX,KFILM
1210 KPOS(JP)=KPOS(JP+1)
C GERA TEMPO DE SERVICO
1301 CALL GTSER(R,NC,JE,MSERV,MGER)
      DUSER(NC)=MGER
      NH=NH+1
      HINIC(NC)=ITEMP
      HTSER(NC)=ITEMP+MGER
      NPAC(I)=NC
      TSERV(I)=MGER
      HMIN(I)=HTSER(NC)
      BMED(I)=1
      TMOC(I)=ITEMP-HMEDL(I)
      TESP(NC)=ITEMP-HCHEG(NC)
      MTESP=MTESP+TESP(NC)
      EPAC(NC)=2
      TTMOC(I)=TTMOC(I)+TMOC(I)
      TTSER(I)=TTSER(I)+TSERV(I)
      GO TO 101
C ATIV 4 FIM DO SERVICO
C CONDICoes
  22 IF(VMIN-ITEMP)72,73,72
C ATIVIDADES
  73 HMEDL(IMIN)=ITEMP
      EMED(IMIN)=0
      VMIN=INF
      HMIN(IMIN)=INF
      KFILM=KFILM+1
      KPOS(KFILM)=IMIN
      GO TO 101
C ATIV 5 AVANCO DE TEMPO
  72 IMIN=1
      VMIN=PMIN(IMIN)
      DO 40 I=2,L1
      IF(HMTN(I)-VMIN)41,40,40
  41 VMIN=HMIN(I)
      IMIN=I
  40 CONTINUE

```



```

      IF(HPROX-VMIN)42,103,103
42  ITEMP=HPROX
      GO TO 44
103  ITEMP=VMIN
      IF(VM*IN-INF)22,4,4
C  ATIV. 6  IMPRESSAO DO RELAT.
      4  IF(NCHAV)685,686,685
686  DO 81 N=1,J
      IF(N-1)81,82,81
      82  WRITE(6,80)
      80  FORMAT(25X,'NO.',4X,'TIPO',4X,'MED.',4X,'HCHEG',4X,'TESP',4X,'HINI
      *C',4X,'DUSER',4X,'HTSER')
      81  WRITE(6,83)N,NTIPO(N),TIMED(N),HCHEG(N),TESP(N),HINIC(N),DUSER(N),
      *HTSER(N)
      83  FORMAT(20X,8(3X,I5))
685  DO 89 N=1,L1
      TOC=FLOAT(TTMOC(N))
      TTTOC(N)=TOC/(TOC+TTSER(N))
      TOTA=TTTOC(N)+TOTA
      89  TTTER(N)=TTSER(N)/(TOC+TTSER(N))
      BR=FLOAT(J)
      ATESP=MTESP/BR
      TOTM=TOTA/L1
      ACUM1=TOTM*ACUM1
      ACUM2=ACUM2+ATESP
      DO 920 I=1,9
920  ACMIT(I)=ACMTT(I)*MTT(I)
      IF(ND=NDIAS)525,688,688
688  ACUM1=ACUM1/(ND-9)
      ACUM2=ACUM2/(ND-9)
      DO 921 I=1,9
921  MEDAC(I)=ACMTT(I)/(ND-9)
      WRITE(6,922)
922  FORMAT(10X,' MEDIA DE CHEGADAS POR HORA')
      WRITE(6,923)(MEDAC(I),I=1,9)
923  FORMAT(10X,9(5X,I5))
      NACJ=NACJ/(ND-1)
      NANMC=NANMC/(ND-1)
      NAPAC=NAPAC/ND
      KIKA=KIKA/ND
      WRITE(6,691)KIKA,NACJ,NANMC,NAPAC
691  FORMAT(10X,4(5X,I5))
      WRITE(6,690)ACUM1,ACUM2
690  FORMAT(3X,'TEMPO QUE OS MEDICOS FICAM OCIOSOS=',F7.3,4X,'TEMPO MED
      *IO DE ESPERA DOS PACIENTES =',F7.3)
      JIT1=JIT1/(ND*0.6)
      JIT2=JIT2/(ND*0.4)
      WRITE(6,927)JIT1,JIT2
927  FORMAT(///,20X,'CHEGADAS',/,10X,'SEGUNDA',10X,'TERCA',/,10X,I7,10X
      *,I5)

```

IF(K1:LE.0)GO TO 1005

CALL EXIT

END

DATA CARTOFS

49 37 42 35 30 50 59 48 29 32 23 30 24 22 42 45 37 23

7800

2162637515865757680868889909193959596979899999999999999999999999999100

3 4 81422273037424854596165687577788084868788899091929394949595959596979  
99100

3 5111731394656626877818488899394959696979798989999999999100

0 1-1 120

0 1-010

END JOB

APÊNDICE D

LISTAGEM DO PROGRAMA II

```

FILE 5=CARTOES,UNIT=READER
FILE 6=IMPRESS,UNIT=PRINTER
SUBROUTINE EXPENT(EX,R,X)
Y=RANDOM(R)
X=-EX*ALOG(Y)
RETURN
END
SUBROUTINE TIPOP (DUG,INF,N,NTIPO,R)
INTEGER DUG(37)
T5=RANDOM(R)
IF(T5<0.1)1,2,2
1 NTIPO=1
GO TO 10
2 IF(T5<0.2)3,4,4
3 NTIPO=2
GO TO 10
4 NTIPO=3
10 RETURN
END
SUBROUTINE DUROP (R,INF,N,DUG,DUO,NTIPO)
INTEGER DUO(37),DUG(37)
EX=1.03
CALL EXPENT(EX,R,X)
AM=X*T000.0
NB=INTX(AM)
IF(NB<500)220,221,221
220 DUG(IN)=NB
DUO(IN)=490
GO TO 223
221 DUG(IN)=INF
DUO(IN)=NB
223 RETURN
END
SUBROUTINE TERC (DUG,IN,DUR)
INTEGER DUG(37),DUR(37)
IF(DUG(IN)-500)17,17,18
17 IF(DUG(IN)-285)19,20,20
19 DUR(IN)=1500
GO TO 23
20 DUR(IN)=0
GO TO 23
18 DUR(IN)=3000
23 RETURN
END
SUBROUTINE AMIN(KX,KY,KZ,LX,LY)
DIMENSION KX(37),KY(37)
I=1
LY=I
MIN=KX(I)

```

```

DO 9 I=2,LX
  IF(KZ=10) 90,11,11
90 IF(KY(I)-KZ) 9,11,9
11 IF(MIN-KX(I)) 9,9,12
12 LY=I
  MIN=KX(I)
  9 CONTINUE
  RETURN
  END
  SUBROUTINE AMAX(LQ,KTT,LMAX)
  DIMENSION KTT(37)
  LMAX=KTT(1)
  DO 274 M=1,LQ
    IF(KTT(M)+LMAX) 274,274,275
275 LMAX=KTT(M)
274 CONTINUE
  RETURN
  END
  SUBROUTINE RELDI(ND,NSO,HOC,DUO,HOT,HPTTR,HSL,TESP,NLR,HRC,DUR,HRT
*,HLL,L5,L1,L2,L3)
  INTEGER HOC(37),DUO(37),HOT(37),HPTTR(37),HSL(37),TESP(37),HRC(37)
*,DUR(37),HRT(37),HLL(37)
  DIMENSION NSO(37),NLR(37)
  IF(ND=1) 187,202,187
202 WRITE(6,200)
200 FORMAT(/,35X,'N = NUMERO DE ORDEM DO PACIENTE',/,33X,'NSO = NUMERO
* DA SALA DE OPERACAO',/,33X,'HOC = HORA EM QUE A OPERACAO COMECA',
*,/,33X,'DUO = DURACAO DA OPERACAO',/,33X,'HOT = HORA EM QUE A OPERA
*CAO TERMINA',/,31X,'HPTTR = HORA EM QUE O PACIENTE TERMINA O TRANSIT
*ITO',/,33X,'HSL = HORA EM QUE A SALA DE OPERACAO FICA LIVRE',/,32X
*, 'TESP = TEMPO DE ESPERA')
  WRITE(6,201)
201 FORMAT(/,33X,'NLR = NUMERO DO LEITO DE RECUPERACAO',/,33X,'HRC = H
*ORA EM QUE A RECUPERACAO COMECA',/,33X,'DUR = DURACAO DA RECUPERAC
*AO',/,33X,'HRT = HORA EM QUE A RECUPERACAO TERMINA',/,33X,'HLL = H
*ORA EM QUE O LEITO DE RECUPERACAO FICA LIVRE',/)
187 WRITE(6,206)ND
206 FORMAT(///// ,35X,'DIA NUMERO',I4,///// )
  WRITE(6,188)
188 FORMAT(11X,'N',5X,'NSO',5X,' HOC ',5X,' DUO ',5X,' HOT ',5X,' HPTTR
*',5X,' HSL ',5X,' TESP',5X,'NLR',5X,' HRC ',5X,' DUR ',5X,' HRT ',
*5X,' HLL ',/)
  DO 130 K=1,L1
    WRITE(6,189)K,NSO(K),HOC(K),DUO(K),HOT(K),HPTTR(K),HSL(K),TESP(K),
*,NLR(K),HRC(K),DUR(K),HRT(K),HLL(K)
189 FORMAT(10X,I2,5X,I3,6(5X,I5),5X,I3,4(5X,I5))
130 CONTINUE
  IF(L5) 140,230,140
230 WRITE(6,229)
229 FORMAT(3X,'NSO',3X,'N',5X,' HOC ',5X,' HOT ',5X,' HSL ',/)

```

```

CALL INFOR(L1,L2,NSO,HOC,HOT,HSL)
WRITE(6,228)
228 FORMAT(3X,'NLR',3X,'N',5X,' HRC ',5X,' HRT ',5X,' HLL ',/)
CALL INFOR(L1,L3,NLR,HRC,HRT,HLL)
140 RETURN
END
SUBROUTINE INFOR(MEA,MEB,MEC,MED,MEE,MEF)
DIMENSION MEC(37),MBD(37),MEE(37),MEF(37)
DO 228 K=1,MEB
DO 225 I=1,MEA
IF(K-MEC(I))225,227,225
227 WRITE(6,224)K,I,MED(I),MEE(I),MEF(I)
224 FORMAT(2(3X,I2),3(5X,I5))
225 CONTINUE
226 CONTINUE
RETURN
END
SUBROUTINE RELSI(LP,KTESP,HNPE,V1,UTNDM,V2,MEDLT,MEDOT,L8,ND)
IF(ND=L8)403,404,403
404 WRITE(6,405)
405 FORMAT(20X,' NLR',5X,'NTESP',5X,' NPE',5X,'ESP/NPE',5X,'UTMED',5
*X,'P(FSP)',5X,'NFIM')
403 WRITE(6,406)LP,KTESP,HNPE,V1,UTNDM,V2,MEDLT
406 FORMAT(20X,I5,5X,I5,5X,F5.2,5X,F7.2,2(5X,F5.3),5X,I5)
RETURN
END
DIMENSION INDPA(37),INDSO(9),INDLR(17),NPAC(9),JPAC(17),NSO(37),NL
*(37),NPACF(37)
INTEGER OPTER(9),OPCOM(9),DUO(37),HPLTR(37),RECOM(17),TESP(37),DUR
*(37),RETER(17),HOT(37),HOC(37),HRT(37),HRC(37),HSOL(9),HLRL(17),VE
*(9),MCHEG(37),HLL(37),HPTTR(37),HSL(37),DUG(37),SO
READ(5,917)LP,LQ
917 FORMAT(2I2)
READ(5,770)L1,L2,L3,L4
770 FORMAT(4(I3))
READ(5,770)L5,L6,L7,L8
READ(5,771)L9,L10,L11,L12
771 FORMAT(4(I5))
WRITE(6,680)L1,L2,L3,L4
680 FORMAT(20X,'PAC./DIA',I4,/,20X,'NO. S. OPER.',I4,/,20X,'NO. L. REC
*UP.',I4,/,20X,'NO. DE DIAS',I4)
INF=30000
R=013
915 ND=0
NNPE=0
JTESP=0
JTTOC=0
MAXLT=0
MAXOT=0
L6=10

```

```

L1=LP
140 DO 150 I=1,L2
    INDSO(I)=0
    OPTER(I)=INF
150 HSOE(I)=INF
    DO 121 I=1,L3
        INDIR(I)=0
        RETER(I)=INF
        RECOM(I)=INF
121 HLRL(I)=INF
    DO 122 I=1,L1
        IN=I
        HRC(IN)=0
        HRT(IN)=0
        NLR(IN)=0
        INDPA(I)=1
        HPLTR(I)=INF
        HLL(I)=0
        HPTTR(I)=0
122 TESP(I)=0
    NSOVL=0
    NLRNL=0
    NFILA=0
    N=0
    JZ=0
    ITEMP=L12
    NPE=0
    NTESP=0
    NTTOC=0
    MX=1
    IN=1
    MY=1
    MT=1
    MA=1
    MB=1
    MC=1
C INICIO DE OPERACAO
  7 IF(N=1)1,1,3
  1 IF(NSOVL=L2)4,3,3
C ATIVIDADES
  4 N=N+1
    DO 5 SO=1,L2
      IF(INDSO(SO))5,6,5
  5 CONTINUE
    WRITE(6,125)
125 FORMAT(2X,'ERRO NO INDSO(SO)')
  6 INDSO(SO)=1
    INDPA(N)=2
    NSOVL=NSOVL+1
    OPCOM(SO)=ITEMP

```

```

HOC(IN)=OPGOM(SO)
NPAC(SO)=N
NSO(IN)=SO
C ACHA A DURACAO DA OPERACAO
CALL TIPOP(DUG,INF,N,NTIPO,R)
NCH=NTIPO
CALL DUROP(R,INF,N,DUG,DUO,NTIPO)
OPTER(SO)=HOC(N)+DUG(N)
HOT(IN)=OPTER(SO)
GO TO 7
C FIM DE OPERACAO
3 IF(OPTER(MX)-ITEMP)10,11,10
11 IF(INDPA(IN)-2)10,13,10
C ATIVIDADES
13 OPTER(MX)=INF
INDSO(MX)=2
C VERIFICAR SE HA RECUPERACAO
CALL TEREK(DUG,IN,DUR)
IF(DUR(IN))773,681,773
681 JZ=JZ+1
INDPA(IN)=6
GO TO 772
773 HPLTR(IN)=ITEMP+L10
INDPA(IN)=3
772 HSOL(MX)=ITEMP+L9
HSL(IN)=HSOL(MX)
C FIM DE TRANSITO
10 IF(HPLTR(MY)-ITEMP)28,30,28
30 IF(INDPA(MY)-3)28,31,28
C ATIVIDADES
31 INDPA(MY)=4
NFILA=NFILA+1
HPTTR(MY)=ITEMP
HPLTR(MY)=INF
HCHEG(NFILA)=ITEMP
NPACF(NFILA)=MY
C FIM DE PREPARACAO DA SO
28 IF(HSOL(MT)-ITEMP)32,33,32
33 IF(INDSO(MT)-2)32,34,32
C ATIVIDADES
34 INDSO(MT)=0
HSOL(MT)=INF
NSONL=NSONL+1
GO TO 7
C INICIO DE RECUPERACAO
32 IF(NLRNL-L3)100,101,101
100 IF(NFILA)101,101,102
C ATIVIDADES
102 DO 118 I=1,L3
IF(INDLR(I))118,119,118

```



```

118 CONTINUE
    WRITE(6,120)
120 FORMAT(2X,'ERRO NO INDLR(I)')
119 INDLR(I)=1
    NLRNL=NLRNL+1
    JEN=NPACF(1)
    JPAG(I)=JEN
    NLR(JEN)=I
    TESP(JEN)=ITEMP-HCHEG(1)
    IF(TESP(JEN)270,271,270)
270 NPE=NPE+1
    NTESP=NTESP+TESP(JEN)
271 NFILA=NFILA-1
    IF(NFILA151,152,151)
151 DO 109 J=1,NFILA
    NPACF(J)=NPACF(J+1)
109 HCHEG(J)=HCHEG(J+1)
152 INDPA(JEN)=5
    RECOM(I)=ITEMP
    HRC(JEN)=RECOM(I)
    RETER(I)=HRC(JEN)+DUR(JEN)
    HRT(JEN)=RETER(I)
    NTOC=HRT(JEN)+L11-HRC(JEN)
    NTTOC=NTTOC+NTOC
C FIM DE RECUPERACAO
101 IF(RETERR(MA)-ITEMP)47,50,47
    50 IF(INDPA(MB)-5)47,49,47
C ATIVIDADES
49 RETERR(MA)=INF
    INDLR(MA)=2
    INDPA(MB)=6
    JZ=JZ+1
    HLRL(MA)=ITEMP+L11
    HLL(MB)=HLRL(MA)
C FIM DE PREPARACAO DO LR
47 IF(HLRL(MC)-ITEMP)51,52,51
52 IF(INDLR(MC)-2)51,53,51
C ATIVIDADES
53 HLRL(MC)=INF
    INDLR(MC)=0
    NLRNL=NLRNL-1
    GO TO 3
C AVANCO DE TEMPO
C ATIVIDADES
51 KZ=1
    CALL AMIN(OPTER,INDSO,KZ,L2,LY)
    VET(1)=OPTER(LY)
    MX=LY
    IN=NPAC(LY)
    KZ=3

```

```

CALL AMIN(HPLTR,INDPA,KZ,N,LY)
VET(3)=HPLTR(LY)
MY=LY
KZ=2
CALL AMIN(HSOL,INDSQ,KZ,L2,LY)
VET(4)=HSOL(LY)
MT=LY
KZ=1
CALL AMIN(RETER,INDLR,KZ,L3,LY)
VET(5)=RETER(LY)
MA=LY
MB=JPAC(LY)
KZ=2
CALL AMIN(HLRL,INDLR,KZ,L3,LY)
VET(2)=HLRL(LY)
MC=LY
LX=5
KZ=10
CALL AMIN(VET,INDLR,KZ,LX,LY)
ITEMP=VET(LY)
IF(0Z=L1)3,190,190
190 IF(NL=NL)2,2,3
C RELATORIO DIARIO
2 ND=ND+1
IF(L5)203,203,1401
203 CALL RELDI(ND,NSQ,HOC,DUO,HOT,HPTTR,HSL,JTESP,NLR,HRC,DUR,HRT,HLL,L
*5,L1,L2,L3)
IF(ND=L4)140,394,394
1401 CALL AMAX(LI,HOT,LMAX)
MAXHO=LMAX
MAXOT=MAXOT+MAXHO
CALL AMAX(LI,HLL,LMAX)
MAXHL=LMAX
MAXLT=MAXLT+MAXHL
NNPE=NNPE+NPE
JTESP=JTESP+NTE SP
JTTC=JTTC+NTTC
IF(L6)140,916,916
916 IF(ND=L6)140,807,807
807 L6=L6+L7
NTMC=JTTC/(L3*ND)
IR=(MAXLT-(L12*ND))/ND
CH=FLOAT(NTMC)
RI=FLOAT(IR)
UTNDM=CH/RI
ATESP=FLOAT(JTESP)
ANPE=FLOAT(NNPE)
HNPE=ANPE/ND
KTESP=JTESP/ND
MEDLT=MAXLT/ND

```

```

MEDOT=MAXOT/ND
IF(NNPE)810,809,810
809 V1=9999.999
GO TO 811
810 V1=ATRSP/NNPE
811 V2=ANPE/(L1*ND)
CALL RELSI(LP,KTESP,HNPE,V1,UTNDM,V2,MEDLT,MEDOT,L8,ND)
IF(EQ)918,919,918
919 IF(ND=L4)140,394,394
918 IF(ND=L4)140,806,806
806 LP=LP+1
IF(LP=LQ)915,394,915
394 CALL EXIT
END
DATA CARTOES
2734
27 5 11 5
0 -1 0 0
250 80 250 7500
END JOB

```

APÊNDICE E

UMA SAÍDA DO PROGRAMA II

PAC./DIA 27  
NO. S. OPER. 5  
NO. L. RECUP. 11  
NO. DE DIAS 5

N = NUMERO DE CRDEM DO PACIENTE  
NSO = NUMERO DA SALA DE OPERACAO  
HOC = HORA EM QUE A OPERACAO COMECA  
DUO = DURACAO DA OPERACAO  
HOT = HORA EM QUE A OPERACAO TERMINA  
HPTTR = HORA EM QUE O PACIENTE TERMINA O TRANSITO  
HSL = HORA EM QUE A SALA DE OPERACAO FICA LIVRE  
TESP = TEMPO DE ESPERA

NLR = NUMERO DO LEITO DE RECUPERACAO  
HRC = HORA EM QUE A RECUPERACAO COMECA  
OUR = DURACAO DA RECUPERACAO  
HRT = HORA EM QUE A RECUPERACAO TERMINA  
HLL = HORA EM QUE O LEITO DE RECUPERACAO FICA LIVRE

## DIA NUMERO 1

N	NSO	HOC	DUO	HOT	HPTR	HSL
1	1	7500	1254	8754	8834	9004
2	2	7500	490	7990	8070	8240
3	3	7500	1557	9057	9137	9307
4	4	7500	1046	8546	8626	8796
5	5	7500	3418	10918	10998	11168
6	2	8240	1417	9657	9737	9907
7	4	8796	726	9522	9602	9772
8	1	9004	722	9726	9806	9976
9	3	9307	1456	10763	10843	11013
10	4	9772	698	10470	10550	10720
11	2	9907	696	10603	10683	10853
12	1	9976	490	10466	0	10716
13	1	10716	490	11206	11286	11456
14	4	10720	490	11210	11290	11460
15	2	10853	490	11343	11423	11593
16	3	11013	2024	13037	13117	13287
17	5	11168	490	11658	0	11908
18	1	11456	1237	12693	12773	12943
19	4	11460	1432	12892	12972	13142
20	2	11593	705	12298	12378	12548
21	5	11908	1520	13428	13508	13678
22	2	12548	907	13455	13535	13705
23	1	12943	786	13729	13809	13979
24	4	13142	490	13632	13712	13882
25	3	13287	490	13777	13857	14027
26	5	13678	490	14168	14248	14418
27	2	13705	3151	16856	16936	17106

## DIA NUMERO 1

N	TESP	NLR	HRC	DUR	HRT	HLL
1	0	3	8834	3000	11834	12084
2	0	1	8070	1500	9570	9820
3	0	4	9137	3000	12137	12387
4	0	2	8626	3000	11626	11876
5	0	10	10998	3000	13998	14248
6	0	6	9737	3000	12737	12987
7	0	5	9602	3000	12602	12852
8	0	7	9806	3000	12806	13056
9	0	9	10843	3000	13843	14093
10	0	1	10550	3000	13550	13800
11	0	8	10683	3000	13683	13933
12	0	0	0	0	0	0
13	0	11	11286	1500	12786	13036
14	586	2	11876	1500	13376	13626
15	661	3	12084	1500	13584	13834
16	0	7	13117	3000	16117	16367
17	0	0	0	0	0	0
18	79	5	12852	3000	15852	16102
19	15	6	12987	3000	15987	16237
20	9	4	12387	3000	15387	15637
21	0	11	13508	3000	16508	16758
22	91	2	13626	3000	16626	16876
23	25	3	13834	3000	16834	17084
24	88	1	13800	1500	15300	15550
25	76	8	13933	1500	15433	15683
26	0	9	14248	1500	15748	15998
27	0	1	16936	3000	19936	20186

		DIA NUMERO 1		
NSC	N	HOC	HOT	HSL
1	1	7500	8754	9004
1	8	9004	9726	9976
1	12	9976	10466	10716
1	13	10716	11206	11456
1	18	11456	12693	12943
1	23	12943	13729	13979
2	2	7500	7990	8240
2	6	8240	9657	9907
2	11	9907	10603	10853
2	15	10853	11343	11593
2	20	11593	12298	12548
2	22	12548	13455	13705
2	27	13705	16856	17106
3	3	7500	9057	9307
3	9	9307	10763	11013
3	16	11013	13037	13287
3	25	13287	13777	14027
4	4	7500	8546	8796
4	7	8796	9522	9772
4	10	9772	10470	10720
4	14	10720	11210	11460
4	19	11460	12892	13142
4	24	13142	13632	13882
5	5	7500	10918	11168
5	17	11168	11658	11908
5	21	11908	13428	13678
5	26	13678	14168	14418



## DIA NUMERO 1

NLR	N	HRC	HRT	HLL
1	2	8070	9570	9820
1	10	10550	13550	13800
1	24	13800	15300	15550
1	27	16936	19936	20186
2	4	8626	11626	11876
2	14	11876	13376	13626
2	22	13626	16626	16876
3	1	8834	11834	12084
3	15	12084	13584	13834
3	23	13834	16834	17084
4	3	9137	12137	12387
4	20	12387	15387	15637
5	7	9602	12602	12852
5	18	12852	15852	16102
6	6	9737	12737	12987
6	19	12987	15987	16237
7	8	9806	12806	13056
7	16	13117	16117	16367
8	11	10683	13683	13933
8	25	13933	15433	15683
9	9	10843	13843	14093
9	26	14248	15748	15998
10	5	10998	13998	14248
11	13	11286	12786	13036
11	21	13508	16508	16758

DIA NUMERO 2						
N	NSO	HOC	DUO	HOT	HPTR	HSL
1	1	7500	797	8297	8377	8547
2	2	7500	1105	8605	8685	8855
3	3	7500	979	8479	8559	8729
4	4	7500	490	7990	8070	8240
5	5	7500	1222	8722	8802	8972
6	4	8240	696	8936	9016	9186
7	1	8547	1359	9906	9986	10156
8	3	8729	512	9241	9321	9491
9	2	8855	2427	11282	11362	11532
10	5	8972	490	9462	9542	9712
11	4	9186	892	10078	10158	10328
12	3	9491	4263	13754	13834	14004
13	5	9712	811	10523	10603	10773
14	1	10156	835	10991	11071	11241
15	4	10328	501	10829	10909	11079
16	5	10773	1865	12638	12718	12888
17	4	11079	1378	12457	12537	12707
18	1	11241	781	12022	12102	12272
19	2	11532	1047	12579	12659	12829
20	1	12272	490	12762	12842	13012
21	4	12707	1325	14032	14112	14282
22	2	12829	634	13463	13543	13713
23	5	12888	490	13378	13458	13628
24	1	13012	490	13502	0	13752
25	5	13628	1208	14836	14916	15086
26	2	13713	773	14486	14566	14736
27	1	13752	490	14242	14322	14492

## DIA NUMERO 2

N	TE SP	NLR	HRC	DUR	HRT	HLL
1	0	2	8377	3000	11377	11627
2	0	4	8685	3000	11685	11935
3	0	3	8559	3000	11559	11809
4	0	1	8070	1500	9570	9820
5	0	5	8802	3000	11802	12052
6	0	6	9016	3000	12016	12266
7	0	1	9986	3000	12986	13236
8	0	7	9321	3000	12321	12571
9	265	2	11627	3000	14627	14877
10	0	8	9542	1500	11042	11292
11	0	9	10158	3000	13158	13408
12	19	10	13853	3000	16853	17103
13	0	10	10603	3000	13603	13853
14	221	8	11292	3000	14292	14542
15	0	11	10909	3000	13909	14159
16	0	6	12718	3000	15718	15968
17	0	4	12537	3000	15537	15787
18	0	3	12102	3000	15102	15352
19	0	5	12659	3000	15659	15909
20	0	7	12842	1500	14342	14592
21	47	11	14159	3000	17159	17409
22	0	9	13543	3000	16543	16793
23	0	1	13458	1500	14958	15208
24	0	0	0	0	0	0
25	0	2	14916	3000	17916	18166
26	26	7	14592	3000	17592	17842
27	220	8	14542	1500	16042	16292

		DIA NUMERO 2		
NSC	N	HOC	HOT	HSL
1	1	7500	8297	8547
1	7	8547	9906	10156
1	14	10156	10991	11241
1	18	11241	12022	12272
1	20	12272	12762	13012
1	24	13012	13502	13752
1	27	13752	14242	14492
2	2	7500	8605	8855
2	9	8855	11282	11532
2	19	11532	12579	12829
2	22	12829	13463	13713
2	26	13713	14486	14736
3	3	7500	8479	8729
3	8	8729	9241	9491
3	12	9491	13754	14004
4	4	7500	7990	8240
4	6	8240	8936	9186
4	11	9186	10078	10328
4	15	10328	10829	11079
4	17	11079	12457	12707
4	21	12707	14032	14282
5	5	7500	8722	8972
5	10	8972	9462	9712
5	13	9712	10523	10773
5	16	10773	12638	12888
5	23	12888	13378	13628
5	25	13628	14836	15086

		DIA	NUMERO	2	
NLR	N	HRC	HRT	HLL	
1	4	8070	9570	9820	
1	7	9986	12986	13236	
1	23	13458	14958	15208	
2	1	8377	11377	11627	
2	9	11627	14627	14877	
2	25	14916	17916	18166	
3	3	8559	11559	11809	
3	18	12102	15102	15352	
4	2	8685	11685	11935	
4	17	12537	15537	15787	
5	5	8802	11802	12052	
5	19	12659	15659	15909	
6	6	9016	12016	12266	
6	16	12718	15718	15968	
7	8	9321	12321	12571	
7	20	12842	14342	14592	
7	26	14592	17592	17842	
8	10	9542	11042	11292	
8	14	11292	14292	14542	
8	27	14542	16042	16292	
9	11	10158	13158	13408	
9	22	13543	16543	16793	
10	12	13853	16853	17103	
10	13	10603	13603	13853	
11	15	10909	13909	14159	
11	21	14159	17159	17409	

## DIA NUMERO 3

N	NSO	HOC	DUO	HOT	HPTTR	HSL
1	1	7500	490	7990	8070	8240
2	2	7500	1124	8624	8704	8874
3	3	7500	1089	8589	8669	8839
4	4	7500	490	7990	0	8240
5	5	7500	490	7990	8070	8240
6	1	8240	1197	9437	9517	9687
7	4	8240	490	8730	0	8980
8	5	8240	490	8730	8810	8980
9	3	8839	654	9493	9573	9743
10	2	8874	2066	10940	11020	11190
11	4	8980	999	9979	10059	10229
12	5	8980	490	9470	9550	9720
13	1	9687	490	10177	0	10427
14	5	9720	1177	10897	10977	11147
15	3	9743	1090	10833	10913	11083
16	4	10229	490	10719	10799	10969
17	1	10427	490	10917	10997	11167
18	4	10969	490	11459	11539	11709
19	3	11083	490	11573	0	11823
20	5	11147	2615	13762	13842	14012
21	1	11167	490	11657	0	11907
22	2	11190	490	11680	11760	11930
23	4	11709	2173	13882	13962	14132
24	3	11823	2190	14013	14093	14263
25	1	11907	1480	13387	13467	13637
26	2	11930	7683	19613	0	14736
27	1	13637	616	14253	14333	14503

## DIA NUMERO 3

N	TESP	NLR	HRC	DUR	HRT	HLL
1	0	1	8070	1500	9570	9820
2	0	4	8704	3000	11704	11954
3	0	3	8669	3000	11669	11919
4	0	0	0	0	0	0
5	0	2	8070	1500	9570	9820
6	0	6	9517	3000	12517	12767
7	0	0	0	0	0	0
8	0	5	8810	1500	10310	10560
9	0	8	9573	3000	12573	12823
10	0	11	11020	3000	14020	14270
11	0	1	10059	3000	13059	13309
12	0	7	9550	1500	11050	11300
13	0	0	0	0	0	0
14	0	9	10977	3000	13977	14227
15	0	5	10913	3000	13913	14163
16	0	2	10799	1500	12299	12549
17	0	10	10997	1500	12497	12747
18	0	7	11539	1500	13039	13289
19	0	0	0	0	0	0
20	0	2	13842	3000	16842	17092
21	0	0	0	0	0	0
22	159	3	11919	1500	13419	13669
23	0	3	13962	3000	16962	17212
24	0	4	14093	3000	17093	17343
25	0	1	13467	3000	16467	16717
26	0	0	0	3000	0	0
27	0	5	14333	3000	17333	17583

## DIA NUMERO 3

NSC	N	HOC	HOT	HSL
1	1	7500	7990	8240
1	6	8240	9437	9687
1	13	9687	10177	10427
1	17	10427	10917	11167
1	21	11167	11657	11907
1	25	11907	13387	13637
1	27	13637	14253	14503
2	2	7500	8624	8874
2	10	8874	10940	11190
2	22	11190	11680	11930
2	26	11930	19613	14736
3	3	7500	8589	8839
3	9	8839	9493	9743
3	15	9743	10833	11083
3	19	11083	11573	11823
3	24	11823	14013	14263
4	4	7500	7990	8240
4	7	8240	8730	8980
4	11	8980	9979	10229
4	16	10229	10719	10969
4	18	10969	11459	11709
4	23	11709	13882	14132
4	5	7500	7990	8240
5	8	8240	8730	8980
5	12	8980	9470	9720
5	14	9720	10897	11147
5	20	11147	13762	14012



		DIA NUMERO 3		
NLF	N	HRC	HRT	HLL
1	1	8070	9570	9820
1	11	10059	13059	13309
1	25	13467	16467	16717
2	5	8070	9570	9820
2	16	10799	12299	12549
2	20	13842	16842	17092
3	3	8669	11669	11919
3	22	11919	13419	13669
3	23	13962	16962	17212
4	2	8704	11704	11954
4	24	14093	17093	17343
5	8	8810	10310	10560
5	15	10913	13913	14163
5	27	14333	17333	17583
6	6	9517	12517	12767
7	12	9550	11050	11300
7	18	11539	13039	13289
8	9	9573	12573	12823
9	14	10977	13977	14227
10	17	10997	12497	12747
11	10	11020	14020	14270

## DIA NUMERO 4

N	NSO	HOC	DUD	HOT	HPTTR	HSL
1	1	7500	2231	9731	9811	9981
2	2	7500	1218	8718	8798	8968
3	3	7500	490	7990	8070	8240
4	4	7500	581	8081	8161	8331
5	5	7500	712	8212	8292	8462
6	3	8240	490	8730	8810	8980
7	4	8331	1352	9683	9763	9933
8	5	8462	1642	10104	10184	10354
9	2	8968	490	9458	0	9708
10	3	8980	490	9470	0	9720
11	2	9708	1354	11062	11142	11312
12	3	9720	1322	11042	11122	11292
13	4	9933	2207	12140	12220	12390
14	1	9981	3999	13980	14060	14230
15	5	10354	3957	14311	14391	14561
16	3	11292	490	11782	0	12032
17	2	11312	1828	13140	13220	13390
18	3	12032	924	12956	13036	13206
19	4	12390	1434	13824	13904	14074
20	3	13206	1280	14486	14566	14736
21	2	13390	1744	15134	15214	15384
22	4	14074	1896	15970	16050	16220
23	1	14230	990	15220	15300	15470
24	5	14561	490	15051	0	15301
25	3	14736	891	15627	15707	15877
26	5	15301	528	15829	15909	16079
27	2	15384	490	15874	0	16124

DIA NUMERO 4						
N	TESP	NLR	HRC	DUR	HRT	HLL
1	0	7	9811	3000	12811	13061
2	0	4	8798	3000	11798	12048
3	0	1	8070	1500	9570	9820
4	0	2	8161	3000	11161	11411
5	0	3	8292	3000	11292	11542
6	0	5	8810	1500	10310	10560
7	0	6	9763	3000	12763	13013
8	0	1	10184	3000	13184	13434
9	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0
11	0	8	11142	3000	14142	14392
12	0	5	11122	3000	14122	14372
13	0	2	12220	3000	15220	15470
14	0	6	14060	3000	17060	17310
15	0	5	14391	3000	17391	17641
16	0	0	0	0	0	0
17	0	4	13220	3000	16220	16470
18	0	3	13036	3000	16036	16286
19	0	1	13904	3000	16904	17154
20	0	7	14566	3000	17566	17816
21	0	8	15214	3000	18214	18464
22	0	11	16050	3000	19050	19300
23	0	9	15300	3000	18300	18550
24	0	0	0	0	0	0
25	0	2	15707	3000	18707	18957
26	0	10	15909	3000	18909	19159
27	0	0	0	0	0	0

## DIA NUMERO 4

NSC	N	HOC	HOT	HSL
1	1	7500	9731	9981
1	14	9981	13980	14230
1	23	14230	15220	15470
2	2	7500	8718	8968
2	9	8968	9458	9708
2	11	9708	11062	11312
2	17	11312	13140	13390
2	21	13390	15134	15384
2	27	15384	15874	16124
3	3	7500	7990	8240
3	6	8240	8730	8980
3	10	8980	9470	9720
3	12	9720	11042	11292
3	16	11292	11782	12032
3	18	12032	12956	13206
3	20	13206	14486	14736
3	25	14736	15627	15877
4	4	7500	8081	8331
4	7	8331	9683	9933
4	13	9933	12140	12390
4	19	12390	13824	14074
4	22	14074	15970	16220
4	5	7500	8212	8462
4	8	8462	10104	10354
4	15	10354	14311	14561
4	24	14561	15051	15301
4	26	15301	15829	16079

## DIA NUMERO 4

NLF	N	HRC	HRT	HLL
1	3	8070	9570	9820
1	8	10184	13184	13434
1	19	13904	16904	17154
2	4	8161	11161	11411
2	13	12220	15220	15470
2	25	15707	18707	18957
3	5	8292	11292	11542
3	18	13036	16036	16286
4	2	8798	11798	12048
4	17	13220	16220	16470
4	6	8810	10310	10560
5	12	11122	14122	14372
5	15	14391	17391	17641
6	7	9763	12763	13013
6	14	14060	17060	17310
7	1	9811	12811	13061
7	20	14566	17566	17816
8	11	11142	14142	14392
8	21	15214	18214	18464
9	23	15300	18300	18550
10	26	15909	18909	19159
11	22	16050	19050	19300

## DIA NUMERO 5

N	NSO	HOC	DUO	HOT	HPTTR	HSL
1	1	7500	490	7990	8070	8240
2	2	7500	815	8315	8395	8565
3	3	7500	490	7990	0	8240
4	4	7500	752	8252	8332	8502
5	5	7500	1897	9397	9477	9647
6	1	8240	798	9038	9118	9288
7	3	8240	680	8920	9000	9170
8	4	8502	1704	10206	10286	10456
9	2	8565	490	9055	0	9305
10	3	9170	490	9660	9740	9910
11	1	9288	490	9778	0	10028
12	2	9305	3693	12998	13078	13248
13	5	9647	567	10214	10294	10464
14	3	9910	1017	10927	11007	11177
15	1	10028	490	10518	0	10768
16	4	10456	1460	11916	11996	12166
17	5	10464	490	10954	11034	11204
18	1	10768	2053	12821	12901	13071
19	3	11177	490	11667	11747	11917
20	5	11204	490	11694	11774	11944
21	3	11917	490	12407	12487	12657
22	5	11944	490	12434	12514	12684
23	4	12166	573	12739	12819	12989
24	3	12657	579	13236	13316	13486
25	5	12684	490	13174	13254	13424
26	4	12989	490	13479	13559	13729
27	1	13071	1012	14083	14163	14333

## DIA NUMERO 5

N	TESP	NLR	HRC	DUR	HRT	HLL
1	0	1	8070	1500	9570	9820
2	0	3	8395	3000	11395	11645
3	0	0	0	0	0	0
4	0	2	8332	3000	11332	11582
5	0	6	9477	3000	12477	12727
6	0	5	9118	3000	12118	12368
7	0	4	9000	3000	12000	12250
8	0	1	10286	3000	13286	13536
9	0	0	0	0	0	0
10	0	7	9740	1500	11240	11490
11	0	0	0	0	0	0
12	0	11	13078	3000	16078	16328
13	0	8	10294	3000	13294	13544
14	0	9	11007	3000	14007	14257
15	0	0	0	0	0	0
16	0	7	11996	3000	14996	15246
17	0	10	11034	1500	12534	12784
18	0	10	12901	3000	15901	16151
19	0	2	11747	1500	13247	13497
20	0	3	11774	1500	13274	13524
21	0	4	12487	1500	13987	14237
22	0	5	12514	1500	14014	14264
23	0	6	12819	3000	15819	16069
24	208	3	13524	3000	16524	16774
25	243	2	13497	1500	14997	15247
26	0	1	13559	1500	15059	15309
27	0	8	14163	3000	17163	17413

## OIA NUMERO . 5

NSC	N	HCC	HOT	HSL
1	1	7500	7990	8240
1	6	8240	9038	9288
1	11	9288	9778	10028
1	15	10028	10518	10768
1	18	10768	12821	13071
1	27	13071	14083	14333
2	2	7500	8315	8565
2	9	8565	9055	9305
2	12	9305	12998	13248
3	3	7500	7990	8240
3	7	8240	8920	9170
3	10	9170	9660	9910
3	14	9910	10927	11177
3	19	11177	11667	11917
3	21	11917	12407	12657
3	24	12657	13236	13486
4	4	7500	8252	8502
4	8	8502	10206	10456
4	16	10456	11916	12166
4	23	12166	12739	12989
4	26	12989	13479	13729
5	5	7500	9397	9647
5	13	9647	10214	10464
5	17	10464	10954	11204
5	20	11204	11694	11944
5	22	11944	12434	12684
5	25	12684	13174	13424



		DIA NUMERO		5
NLR	N	HRC	HRT	HLL
1	1	8070	9570	9820
11	8	10286	13286	13536
11	26	13559	15059	15309
2	4	8332	11332	11582
22	19	11747	13247	13497
22	25	13497	14997	15247
22	20	8395	11395	11645
22	20	11774	13274	13524
3	24	13524	16524	16774
4	7	9000	12000	12250
4	21	12487	13987	14237
4	6	9118	12118	12368
5	22	12514	14014	14264
6	5	9477	12477	12727
6	23	12819	15819	16069
7	10	9740	11240	11490
7	16	11996	14996	15246
8	13	10294	13294	13544
8	27	14163	17163	17413
9	14	11007	14007	14257
10	17	11034	12534	12784
10	18	12901	15901	16151
11	12	13078	16078	16328

BIBLIOGRAFIA

- 1 - BAILEY, N.T.J. A Study of Queues and Appointment Systems in Hospital Outpatient Departments with Special Reference to Waiting Times. Journal R. Statistical Society, Series B, 1952, vol. 14, p.185
- 2 - BAILEY, N.T.J. Queuing for Medical Care. Applied Statistics 1956, Vol 3, p. 137
- 3 - BLANCO WHITE, M.J. e PIKE, M.C. Appointment Systems in Outpatient clinics and the Effect of Patients Unpunctuality. Medical Case 1964, Vol. 2, nº 3, p. 133
- 4 - BLEWETT, F. GROVE, D.M., MASSINAS, A. NORMAN, J.M. e SOUTHERN, K.M. Computer Simulation Models for a Multi-Specialty Ward. Operational Research Quartely, vol. 23, nº 2, pp. 139 a 149
- 5 - FETTER. R.B. e THOMPSON, J.D. The Simulation of Hospital Systems. Operations Research, setembro-outubro 1965, 13 pp. 689 a 711
- 6 - JACKSON, R.R.P. Design of an Appointments System. In, Appointments Systems in Hospitals and General Practice Operational Research Quartely 1964, vol. 15, nº 3, pp. 219 a 224

- 7 - JANSSON, B. Choosing a Good Appointment System - A study of Queues of the type (M,D,1) Operations Research 14, (1966), 292-312
- 8 - KATZ, J.M. Simulation of Outpatient Appointment Systems Comm. A.C.M. 12, (1962), 215-222
- 9 - KUZDRALL, P.J. KWAK, N.K. SCHMITZ, H.H. The Monte Carlo Simulation of Operating-Room and Recovery-Room Usage. Operations Research (HS) 22, 1972, 2 (Mar-Abril), p. 434-440
- 10 - RISING, E.J., BARON, R., AVERRIL, B., A Systems Analysis of a University - Health - Service Outpatient Clinic. Operations Research 21, (1973), 1030-1047
- 11 - SCHMITZ, H.H., KWAK, N.K. Monte Carlo Simulation of Operating-Room and Recovery-Room Usage. Operation Research (45) 20, 1972, 6, (Nov-Dec) p. 1171-1180
- 12 - SORIANO, A. Comparison of Two Scheduling Systems, Operation Research 14, (1966) 338-397
- 13 - WELCH, J.D., Appointment Systems in Hospital Outpatient Departments. In, Appointments Systems in Hospitals and General Practice. Operational Research Quartely, 1964, vol.15, nº 3, pp. 224-232

- 14 - WELCH, J.D. e BAILEY, N.T.J. Appointment Systems in Hospital Outpatient Departments. The Lancet 1952, vol 1, p. 1105
  
- 15 - WILLIAMS, W.J., COVERT, R.P., e STEELE J.D., Simulation Modeling of a Teaching Hospital Outpatient clinic. J. Amer. Hosp. Assn. 41, (1967) 71-75.