

RUI CARLOS BOTTER

PLANEJAMENTO PORTUÁRIO: MODELO PARA ANÁLISE OPERACIONAL
DO SISTEMA PORTO ASSOCIADO A NÍ
VEIS DE SERVIÇO

Dissertação apresentada à Escola
Politécnica da Universidade
de São Paulo para a obtenção
do Título de Mestre em Engenharia.

CONSULTA
FD-612

São Paulo, 1985

FD-612

RUI CARLOS BOTTER

Engenheiro Naval - EPUSP, 1980

Planejamento Portuário: Modelo para Análise Operacional do Sistema Porto Associado a Níveis de Serviço.

Dissertação apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para a obtenção do Título de Mestre em Engenharia.

Orientador : Prof. Dr. Nicolau D. F. Gualda
Professor Assistente Doutor do Departamento de Engenharia de Transportes da EPUSP.

São Paulo, 1985

aos meus pais Euclides e Dirce.

a minha irmã Denise.

AGRADECIMENTOS

- aos meus pais pela compreensão.
- à minha irmã pela revisão, pelo apoio e pelo constante incentivo.
- ao professor Nicolau D. F. Gualda pela amizade e orientação.
- ao professor Marco Antonio Brinatti pelas úteis sugestões.
- aos monitores Patrick Eichstaedt e Geny Paula Van Sluytman Rodriguez pela colaboração.
- ao engenheiro Caio Marcelo Tondo pela colaboração.
- à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo FAPESP pelo apoio financeiro.

RESUMO

Este trabalho apresenta uma sistemática para análise operacional de um porto e avaliação de sua capacidade associada a níveis de serviço pré-estabelecidos.

Dois modelos foram desenvolvidos para a aplicação dessa sistemática, o primeiro baseado em teoria de filas e o segundo utilizando técnicas de simulação, com a aplicação da linguagem GPSS.

De posse desses modelos e a partir do conhecimento das características do porto em estudo, das demandas de carga esperadas e de níveis de serviço global e setoriais desejáveis, é possível avaliar o desempenho do porto em questão, com a conseqüente identificação de seus componentes críticos, sejam eles o número de berços, a baía de espera, um dado setor de armazenagem, o transbordo porto/navio, o transbordo porto/rodovia, o pátio ferroviário, a alfândega, etc..

O trabalho foi desenvolvido segundo uma abordagem sistêmica, permitindo dessa forma uma maior compreensão do problema portuário em questão.

ABSTRACT

This study presents a systematic approach for operational analysis of a port and evaluation of its capacity associated to pre-established levels of service.

Two models were developed for this purpose: one based on queueing theory and another based on the technique of simulation, with the aid of the GPSS - General Purpose Simulation System language.

With these models and the knowledge of the characteristics of the port under study, of the expected cargo demands and of the desirable global and sectorial levels of service, it is possible to evaluate the performance of this port, with the consequent identification of its critical components, such as the number of berths, the anchorage bay, a particular storage place, the railway yard, the custom-house, etc..

This study was developed according to a systemic approach, allowing a better comprehension of the port planning problem in consideration.

ABREVIATURAS

CAPAC _i	- Capacidade do componente i
CV	- Coeficiente de variação
D	- Determinístico
E _k	- Erlang de ordem k
FIFO	- "First in first off"
FNE	- Fluxo Nominal Esperado
GD	- Distribuição Geral
L _q	- Número de elementos em média na fila de espera
LIFO	- "Last in first off"
M	- Poisson ou Exponencial
p(k)	- Probabilidade de k elementos no sistema
SIRO	- "Service in random order"
T.C.G.	- Terminal de Carga Geral
T.Co.	- Terminal de Contêineres
T.Fe.	- Terminal de Fertilizantes
T.G.L.	- Terminal de Granéis Líquidos
T.G.S.	- Terminal de Granéis Sólidos
T.Min.	- Terminal de Minérios
W _q	- Tempo médio de permanência em fila
λ	- Taxa de chegada de veículos por unidade de tempo
μ	- Taxa de atendimento de veículos por unidade de tempo
ρ	- Índice de congestionamento
α	- Relação entre o tempo médio de espera em fila e o tempo médio de atendimento

LISTA DE FIGURAS

Fig. 1 - Movimentação de Cargas Através de Terminais Portuários	4
Fig. 2 - Esquema da Abordagem Sistemática	6
Fig. 3 - Tipo de "Lay-out" Portuário	9
Fig. 4 - Tipo de Armazém e Equipamento de um Terminal de Carga Geral	10
Fig. 5 - Arranjo Típico de um Terminal de Contêineres .	11
Fig. 6 - Tipos de Equipamentos de um Terminal de de Contêineres	12
Fig. 7 - Tipo de Equipamento e Armazenagem de um Terminal de Minérios	13
Fig. 8 - Tipo de Equipamento e Armazenagem de um Terminal de Granel Sólido	14
Fig. 9 - Tipo de Equipamento e Armazenagem de um Terminal de Granel Líquido	15
Fig. 10 - Divisão dos Subsistemas e Componentes do Sistema Porto	32
Fig. 11 - Gráfico das Distribuições Estatísticas Aderidas para o Terminal de Carga Geral	54
Fig. 12 - Gráfico das Distribuições Estatísticas Aderidas para o Terminal de Contêineres	58
Fig. 13 - Gráfico das Distribuições Estatísticas Aderidas para o Terminal de Granel Sólido	60
Fig. 14 - Gráfico das Distribuições Estatísticas Aderidas para o Terminal de Fertilizantes	61
Fig. 15 - Gráfico das Distribuições Estatísticas Aderidas para o Terminal de Minérios	62
Fig. 16 - Gráfico das Distribuições Estatísticas Aderidas para o Terminal de Granel Líquido ...	63
Fig. 17 - Níveis de Serviço e Capacidades Associadas dos Componentes Portuários	66

Fig. 18 - Fluxograma do Modelo Fila	73
Fig. 19 - Fluxograma do Modelo GPSS para o Terminal de Carga Geral e o Terminal de Contêineres	88
Fig. 20 - Fluxograma do Modelo GPSS para o Terminal de Fertilizantes e o Terminal de Minérios	97
Fig. 21 - Fluxograma do Modelo GPSS para o Terminal de de Granel Sólido	100
Fig. 22 - Fluxograma do Modelo GPSS para o Terminal de de Granel Líquido	102
Fig. 23 - Representação Gráfica do Período Transitório Simulado pelo Modelo GPSS	106

LISTA DE TABELAS

Tab. 1 - Dados sobre os Terminais Portuários	49
Tab. 2 - Dados Complementares sobre os Terminais Portuários	53
Tab. 3 - Função Densidade de Carga Movimentada	55
Tab. 4 - Resultados da Aplicação do Modelo FILA ao Terminal de Carga Geral	79
Tab. 5 - Resultados da Aplicação do Modelo FILA ao Terminal de Contêineres	80
Tab. 6 - Resultados da Aplicação do Modelo FILA ao Terminal de Granel Sólido	81
Tab. 7 - Resultados da Aplicação do Modelo FILA ao Terminal de Fertilizantes	82
Tab. 8 - Resultados da Aplicação do Modelo FILA ao Terminal de Minérios	83
Tab. 9 - Resultados da Aplicação do Modelo FILA ao Terminal de Granel Líquido	84
Tab. 10 - Determinação da Capacidade do Sistema Porto com a Aplicação do Modelo FILA	86

Tab. 11 - Resultados da Aplicação do Modelo GPSS ao Terminal de Carga Geral	111
Tab. 12 - Resultados da Aplicação do Modelo GPSS ao Terminal de Contêineres	112
Tab. 13 - Resultados da Aplicação do Modelo GPSS ao Terminal de Granel Sólido	113
Tab. 14 - Resultados da Aplicação do Modelo GPSS ao Terminal de Fertilizantes	114
Tab. 15 - Resultados da Aplicação do Modelo GPSS ao Terminal de Minérios	115
Tab. 16 - Resultados da Aplicação do Modelo GPSS ao Terminal de Granel Líquido	116
Tab. 17 - Determinação da Capacidade do Sistema Porto com a Aplicação do Modelo GPSS	117
Tab. 18 - Comparação dos Resultados obtidos pelos Modelos FILA e GPSS e os Observados	124
Tab. 19 - Comparação dos Custos de Aplicação dos Modelos FILA e GPSS	126
Tab. 20 - Vantagens e Desvantagens dos Modelos FILA e GPSS	127

ÍNDICE

	página
Resumo e Abstract	iii
Abreviaturas	iv
Lista de Figuras	v
Lista de Tabelas	vi
 Capítulo I - INTRODUÇÃO E OBJETIVOS	
I.1 - Introdução	1
I.2 - Objetivos	1
I.3 - Enfoque Sistemico	2
I.4 - Conceituação de Capacidade	2
I.5 - Tipos de Terminais Portuários	3
I.6 - Sequência do Trabalho	5
 Capítulo II - PESQUISA BIBLIOGRÁFICA	
II.1 - Introdução	7
II.2 - Características Físico-Operacionais dos Portos..	7
II.3 - Conceituação e Aplicação de Teoria de Filas	
II.3.1 - Conceituação	8
II.3.2 - Modelos de Fila	17
II.3.3 - Modelos de Fila em Série	19
II.3.4 - Aplicação de Modelos baseados em Teoria de Filas a Sistemas Portuários	21

II.3.5 - Aplicação de Modelos baseados em Teoria de Filas a outros sistemas	23
II.4 - Técnicas de Simulação	
II.4.1 - Conceituação	23
II.4.2 - Modelos de Simulação	24
II.4.3 - Aplicações de Técnicas de Simulação ao Dimensionamento do Sistema Portuário	25
II.5 - Conclusões da Revisão Bibliográfica	29
CAPÍTULO III - CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA PORTO	
III.1 - Introdução	30
III.2 - Definição do Sistema Porto	30
III.3 - Subsistema de Chesada de navios	
III.3.1 - Baía de Evolução e Fundeamento	31
III.3.2 - Serviço de Rebocagem e Atracação	33
III.3.3 - Berços de Atracação	33
III.3.4 - Vistoria da Receita Federal e Saúde dos Portos	33
III.3.5 - Fila de Espera de Navios	34
III.4 - Subsistema de Transbordo de Cargas	
III.4.1 - Transbordo de Carga Geral	35
III.4.2 - Transbordo de Contêineres	36
III.4.3 - Transbordo de Fertilizantes e Minérios.	37
III.4.4 - Transbordo de Granel Sólido	37
III.4.5 - Transbordo de Granel Líquido	38

III.5 - Subsistema Armazenagem

III.5.1 - Armazenagem Alfandegada nos Terminais de Carga Geral e de Contêineres	39
III.5.2 - Armazenagem de Carga Geral	39
III.5.3 - Armazenagem de Contêineres	40
III.5.4 - Armazenagem de Fertilizantes e Minérios	40
III.5.5 - Armazenagem de Granel Sólido	40
III.5.6 - Armazenagem de Granel Líquido	41

III.6 - Subsistema de Recepção e Despacho pela Interface Terrestre

III.6.1 - Recepção e Despacho no Terminal de Carga Geral	41
III.6.2 - Recepção e Despacho no Terminal de Contêineres	42
III.6.3 - Recepção e Despacho no Terminal de Fertilizantes e Minérios	43
III.6.4 - Recepção e Despacho no Terminal de Granel Sólido	43
III.6.5 - Recepção e Despacho no Terminal de Granel Líquido	44

III.7 - Níveis de Serviço Adotados

III.7.1 - Níveis de Serviço no Subsistema de Chegada de Navios	45
III.7.2 - Níveis de Serviço no Subsistema de Transbordo de Cargas	46
III.7.3 - Níveis de Serviço no Subsistema Armazenagem	47

III.7.4 - Níveis de Serviço no Subsistema de Recepção e Despacho pela Interface Terrestre	47
III.8 - Estatísticas Portuárias	48
Capítulo IV - MODELO FILA	
IV.1 - Introdução	64
IV.2 - Modelagem do Sistema Porto	
IV.2.1 - Hipóteses Restritivas	64
IV.2.2 - Caracterização do Sistema Porto e Cálculo das Capacidades Associadas a Níveis de Serviço	65
IV.2.3 - Programa FILA	72
IV.2.4 - Validação e Aplicação do Programa FILA	77
IV.3 - Determinação da Capacidade do Sistema Porto Associada a Níveis de Serviço com o uso do Modelo FILA	78
Capítulo V - MODELO GPSS	
V.1 - Introdução	87
V.2 - Estrutura Básica dos Modelos	
V.2.1 - Geração da Chesada de Navios e Ocupação de Berços	87
V.2.2 - Operação dos Navios e Armazenagem	103
V.2.3 - Interface Terrestre	104
V.2.4 - Paralisações Ocasionais e Programadas das Operações Portuárias	105

V.2.5 - Período Transitório	105
V.2.6 - Entradas da Simulação	105
V.2.7 - Estatísticas Avaliadas e Resultados Impressos.....	107
V.3 - Aspectos Específicos dos Terminais	
V.3.1 - Terminais de Carga Geral e Contêineres ..	108
V.3.2 - Terminais de Minério e Fertilizantes	109
V.3.3 - Terminal de Granel Sólido	109
V.3.4 - Terminal de Granel Líquido	110
V.4 - Validação e Aplicação dos Modelos de Simulação ...	110
V.5 - Determinação da Capacidade do Sistema Porto Associada a Níveis de Serviço com o uso do Modelo GPSS	110
Capítulo VI - Avaliação dos Modelos Propostos	
VI.1 - Introdução	118
VI.2 - Avaliação Face aos Objetivos Propostos	118
VI.3 - Avaliação Face ao Sistema Porto Real	
VI.3.1 - O Modelo Fila e o Sistema Porto	119
VI.3.2 - O Modelo GPSS e o Sistema Porto	121
VI.4 - Grau de Precisão das Respostas	123
VI.5 - Dificuldades de Aplicação das Modelagens e Custos Envolvidos	125

Capítulo VII - Conclusões e Recomendações	
VII.1 - Introdução	127
VII.2 - Conclusões	127
VII.3 - Recomendações	128
Anexo A - Manual e Listagens do Modelo FILA	129
Anexo B - Manual e Listagens do Modelo GPSS	146
Referências Bibliográficas	172
Bibliografia	174

CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

I.1 - INTRODUÇÃO

Diversos estudos e modelos são encontrados na literatura técnica, relacionados ao dimensionamento e análise operacional de sistemas portuários.

No entanto, esses estudos estão, em princípio, voltados para o dimensionamento do número de berços de atracação compatível com uma demanda esperada de embarcações. Dessa forma, esses estudos se preocupam primordialmente com a interação porto-navio, buscando compatibilizar o número de berços com o volume de tráfego de embarcações, de maneira a se conseguir um balanceamento entre o custo operacional dos berços e o custo de espera das embarcações.

A revisão bibliográfica indica a existência de uma lacuna no que se refere a pesquisas e modelos voltados para a análise operacional do porto como um sistema integrado, pois ênfase tem sido dada apenas ao problema da interface porto/hidrovia, o que, apesar de importante e necessário, constitui apenas um subproblema do dimensionamento portuário.

Pretendeu-se, nesta pesquisa, subdividir o sistema portuário identificando-se seus diversos subsistemas e a partir de uma análise sistêmica, como a sugerida por Churchman (ref. 5), propor-se um modelo para a análise da capacidade global do sistema porto e seus componentes, associada a níveis de serviço.

I.2 - OBJETIVOS

O objetivo principal da pesquisa consiste no desenvolvimento de uma sistemática para a análise operacional de um porto e avaliação de sua capacidade associada a níveis de serviço global e ou setoriais pré-estabelecidos. Esta sistemática está consubstanciada em um modelo computacional e constitui um primeiro passo no sentido de se obter um modelo capaz de possibilitar a análise do desempenho de um dado porto brasileiro.

De posse de um modelo de tal tipo e a partir do conhecimento das características do porto em estudo, das demandas de carga esperadas e de níveis de serviço global e setoriais desejáveis, será possível avaliar o desempenho do porto em questão, com a consequente identificação de seus componentes críticos sejam eles o número de berços, a baía de espera, um dado setor de armazenagem, o transbordo porto/navio, o transbordo porto/rodovia, o pátio ferroviário, a alfândega, etc..

1.3 - ENFOQUE SISTÊMICO

Segundo De Neufville e Stafford (ref. 7) o enfoque sistêmico é um procedimento científico utilizado pelo planejador como ferramenta para a proposição ou análise de problemas, onde todas as hipóteses e passos que devem ser obedecidos são perfeitamente caracterizados, levando não só o planejador, como qualquer pessoa da sociedade à compreensão do problema global, dos seus objetivos e da melhor solução adotada.

Churchman (ref. 5), De Neufville e Stafford (ref. 7) e Taha (ref. 30) conceituam o enfoque sistêmico. Com base nesses autores são apresentadas as etapas a serem cumpridas e que integram essa abordagem:

- Definições do sistema, dos subsistemas e seus componentes.
- Levantamento das hipóteses restritivas e dos recursos do sistema.
- Coleta de dados pertinente ao sistema em estudo.
- Geração de modelos alternativos.
- Avaliação e seleção das soluções propostas.
- Revisão, validação e implementação da solução escolhida.

Este trabalho segue a abordagem sistêmica, apresentada na sequência de seus capítulos.

1.4 - CONCEITUAÇÃO DE CAPACIDADE

A capacidade do sistema posto associada a um nível de serviço global pode ser medida pela carga capaz de ser movimentada em determinado período de tempo, em cada um dos terminais de carga existentes, de tal forma que o nível de serviço calculado seja igualado ao nível de serviço limite fornecido.

Da mesma forma, pode-se definir para cada componente uma capacidade associada a um nível de serviço setorial, usando-se a definição acima.

Considere-se como nível de serviço uma medida do desempenho funcional do sistema ou do componente em estudo.

Outras duas medidas de movimentação de carga devem ser consideradas. A primeira é definida como o fluxo nominal esperado de carga (FNE) que é possível fluir por determinado componente independentemente da violação de nível de serviço. A segunda é definida como o fluxo de carga calculado para um componente, quando o nível de serviço não é atingido.

Segundo o enfoque dado por Gualda (ref. 12), a capacidade global de um terminal é fruto da composição das capacidades de cada componente do sistema. Portanto cada componen-

te deverá ser dimensionado para que dê vazão ao fluxo de carga que por ele irá passar. A interação entre os componentes expressará a capacidade de um sistema balanceado, sem a presença de componentes ou subsistemas que representem gargalos ao fluxo de carga.

Admitindo-se que o dimensionamento de um componente do sistema seja feito para que se atenda uma certa demanda de carga, atendendo também certos níveis de serviço característicos de cada componente, buscar-se-á uma modelagem para a análise de um sistema portuário que expresse:

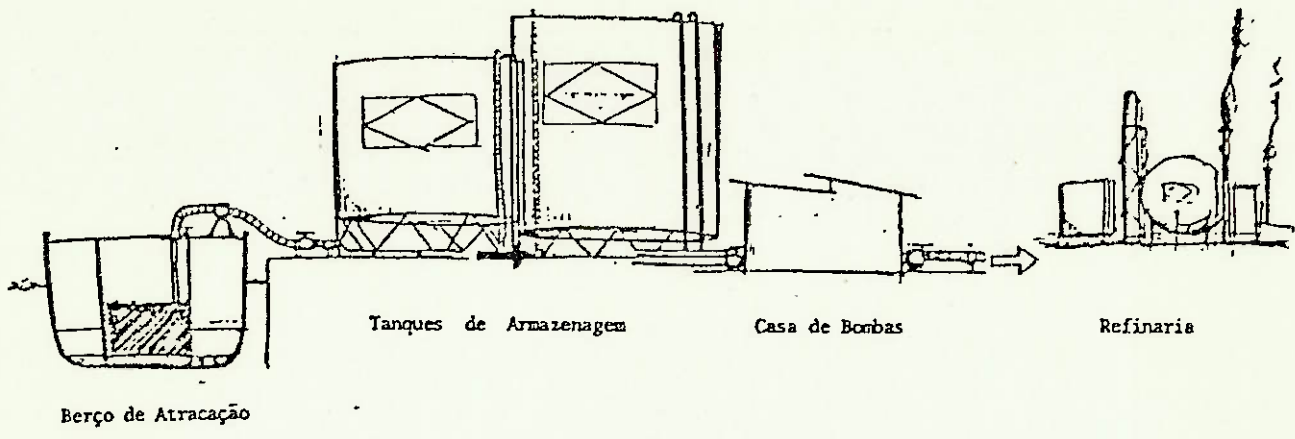
- a) a capacidade global do sistema;
- b) as capacidades de cada componente;
- c) os níveis de serviço globais e de cada componente e compare com os níveis de serviço pré-estabelecidos; e
- d) um balanceamento dos diversos componentes portuários, evitando ociosidades ou congestionamentos em alguma parte do sistema.

1.5 - TIPOS DE TERMINAIS PORTUÁRIOS

Entre os terminais portuários existentes, apontados por Arserschou (ref. 1) seis tipos de terminais portuários foram considerados na elaboração dos modelos:

- Terminal de Carga Geral (T.C.G.)
- Terminal de Contêineres (T.Co.)
- Terminal de Fertilizantes (T.Fe.)
- Terminal de Minérios (T.Min.)
- Terminal de Granel Sólido (T.G.S.)
- Terminal de Granel Líquido (T.G.L.)

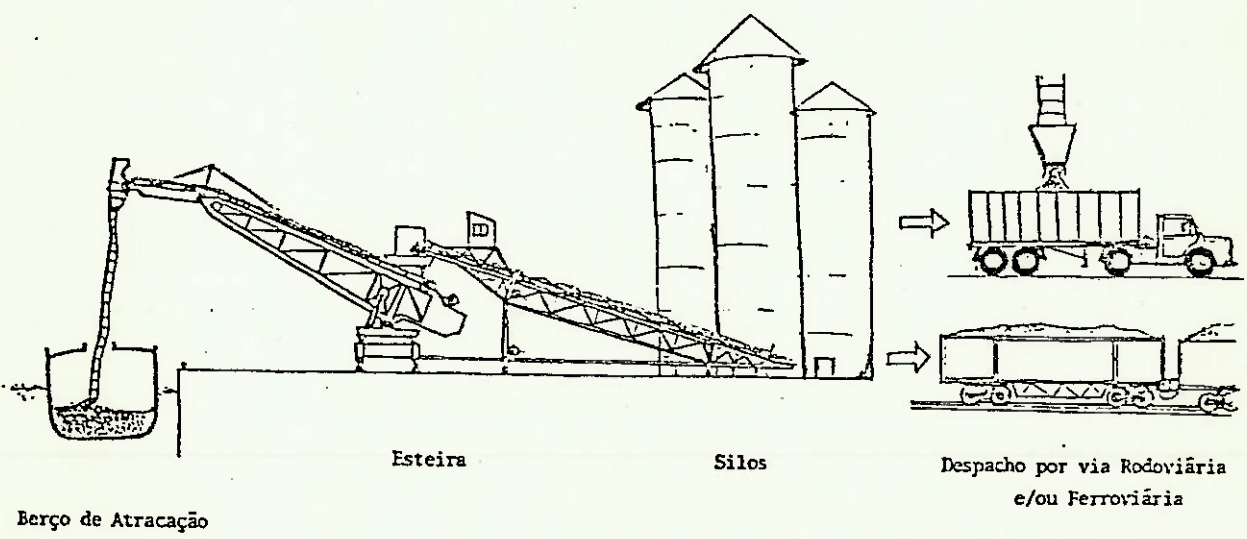
Note-se que na classe dos grânéis sólidos poderiam estar enquadrados os fertilizantes e os minérios. Porém neste trabalho, os terminais que manuseiam estes grânéis tiveram um tratamento diferenciado, propondo-se um modelo de análise para cada um deles, pois no Brasil os terminais de Granel Sólido (grãos), de Fertilizantes e de Minério aparecem fisicamente separados nos portos, como é o caso do Terminal de Trigo e Soja do Porto de Rio Grande, o Terminal de Fertilizantes de Conceiçãozinha em Santos, o Terminal de Carvão de Imbituba e outros. Além disso, os esquemas operacionais e os equipamentos



Terminal de Granel Líquido



Terminal de Contêineres



Terminal de Granel Sólido

Figura 1 - Movimentação de Cargas através de Terminais Portuários
Fonte: ref.1

utilizados em cada um deles justificam a elaboração de modelos específicos, que facilitam também a aplicação em terminais semelhantes.

Baseados no esquema operacional do Porto de Santos a figura 1 apresenta de forma simplificada a movimentação de cargas através dos principais componentes de alguns dos terminais portuários acima considerados.

1.6 - SEQUÊNCIA DO TRABALHO

O capítulo II apresenta uma revisão bibliográfica que abrange a caracterização do sistema porto, a conceituação das técnicas e teorias envolvidas na elaboração dos modelos propostos e algumas aplicações a sistemas portuários.

No capítulo III o sistema porto é definido, descrevendo-se sua estrutura físico-operacional com base no Porto de Santos e de Imbituba. São também mostradas as estatísticas portuárias coletadas no campo e junto às administrações portuárias, as quais foram aplicadas na validação e calibragem dos modelos propostos.

O capítulo IV e o capítulo V apresentam, respectivamente, as modelagens por Teoria de Filas e por Simulação, mostrando as hipóteses envolvidas, as estruturas dos modelos, uma aplicação e a validação dos mesmos.

O capítulo VI apresenta uma avaliação comparativa dos modelos propostos.

No capítulo VII o melhor modelo para análise do sistema porto associado a níveis de serviço é apontado, mostrando-se as conclusões da pesquisa e recomendações.

A figura 2 apresenta, de forma simplificada, o interrelacionamento entre as etapas básicas da abordagem sistêmica e a sequência do trabalho.

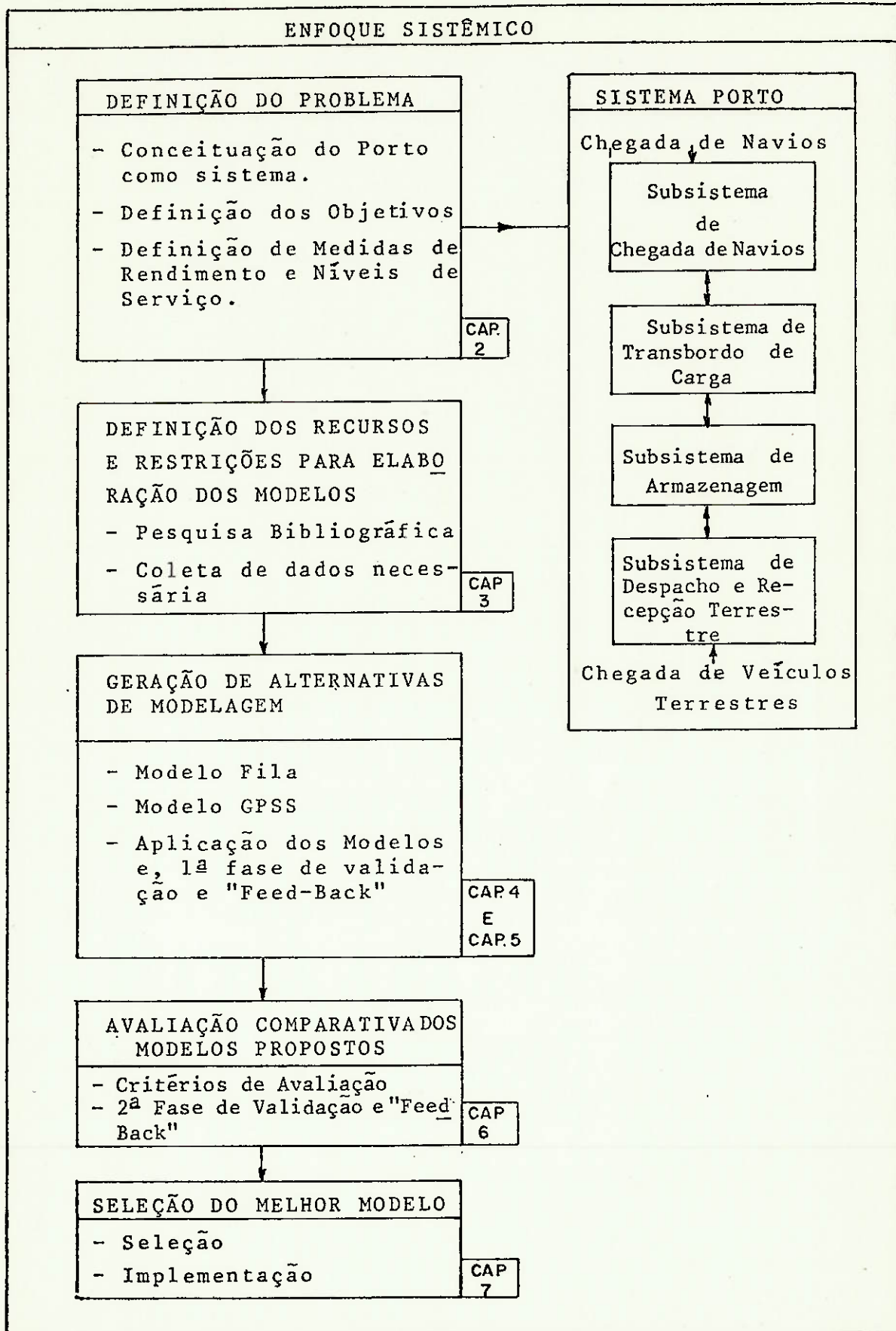


Figura 2 - Esquema da Abordagem Sistêmica
Fonte: ref. 5 e ref. 7

Capítulo II - PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

II.1 - INTRODUÇÃO

Este capítulo apresenta uma pesquisa bibliográfica da literatura técnica pertinente, dividindo-se em três partes:

- Características físico-operacionais dos portos.
- Conceituação e aplicação de Teorias de Filas.
- Conceituação e aplicação de Técnicas de Simulação.

II.2 - CARACTERÍSTICAS FÍSICO-OPERACIONAIS DOS PORTOS

O relatório anual da PORTOBRÁS (ref. 22) indica a existência atual de 20 portos, incluídos neste número os terminais especializados com calado permissível de no mínimo 7.5 metros. Para uma costa de 7400 km e pela projeção da política brasileira de incremento das exportações haverá a necessidade de projeto de novos portos ou do reestudo físico-operacional dos portos já existentes, para que a demanda de carga prevista seja movimentada de forma conveniente.

Em termos físicos os berços de atracação podem ser classificados em lineares ou individuais, segundo Quinn (ref. 24). Nos berços lineares os navios procuram por uma metragem de cais que permita sua atracação segura. Nos berços individuais um navio, qualquer que seja o seu tamanho, ocupa completamente o berço de atracação. Neste caso não é permitido que outro navio ocupe uma porção de cais individual já alocado. No caso do porto de Santos, embora os berços possam ser considerados marginais à costa, a atracação de navios é tida como em berços individuais, devido à divisão proposta pela administração portuária mostrada por Vasconcellos (ref. 33).

Uma análise dos portos japoneses, pelo Ministry of Transport (ref. 19), mostra que grande importância é dada à capacidade da baía de espera dos portos nesse país. Isto é devido ao fato existir de grandes alturas de ondas incidentes na costa japonesa, além de tempestades comuns na época de verão. Assim a baía de espera além de conter o canal de acesso das embarcações até os berços e a área de evolução e manobras, deverá conter também uma área destinada ao abrigo das embarcações. Os portos japoneses são geralmente construídos em área aberta e devem ser protegidos por quebra-mares, que são estruturas bastante onerosas. Dessa forma, a área da baía de espera tem grande influência no custo global do investimento portuário e não pode ser ilimitada.

O caso brasileiro difere substancialmente pois os portos em sua grande maioria são abrigados naturalmente e dis-

põem de grande área para fundeamento dos navios que estão a espera para atracar.

A figura 3 mostra os exemplos de berços lineares e individuais, além do "lay-out" de um porto protegido por quebra-mares.

Nos terminais portuários brasileiros, que foram considerados no capítulo I, encontram-se em operação diversos tipos de equipamentos de transbordo, de movimentação de cargas e de armazenagem, mostrados nas figuras 4 a 9.

II.3 - CONCEITUAÇÃO E APLICAÇÃO DE TEORIA DE FILAS

II.3.1 - CONCEITUAÇÃO

A teoria de filas trata do estudo analítico da formação de uma fila, baseando-se em processos estocásticos e matemática aplicada, buscando obter informações sobre:

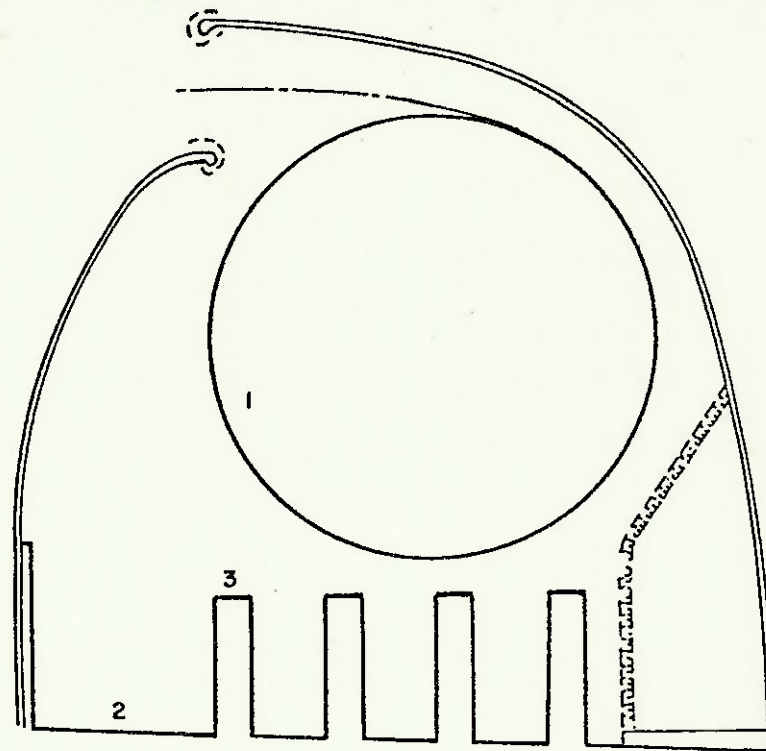
- L número médio de elementos no sistema
- L_q número médio de elementos na fila de espera
- T tempo médio de atendimento dos elementos
- W tempo médio de permanência de um elemento no sistema
- W_q tempo médio de permanência de um elemento em fila
- $p(k)$ distribuição de probabilidade do número de elementos no sistema
- $W_q(t)w$ probabilidade de um elemento esperar mais do que o tempo w .

Taha (ref. 30) apresenta uma notação para caracterizar os processos de formação de fila: $(A / B / C) : (D / E / F)$. Assim, uma fila é caracterizada por:

i) um processo de chegadas de elementos ao sistema representado pela letra A e um processo de atendimento desses elementos, representado pela letra B.

Esses processos de chegadas e atendimento podem ser regidos pelas distribuições:

- Poisson quando se referir a chegadas e exponencial quando se referir a atendimento, representadas pela letra M.
- Determinística (D), ou seja em intervalos regulares e conhecidos.



- 1 - Baía de Evolução
- 2 - Cais Tipo Marginal
- 3 - Cais Tipo Pier

Figura 3 - Tipo de " Lay-Out" Portuário
Fonte: ref. 24

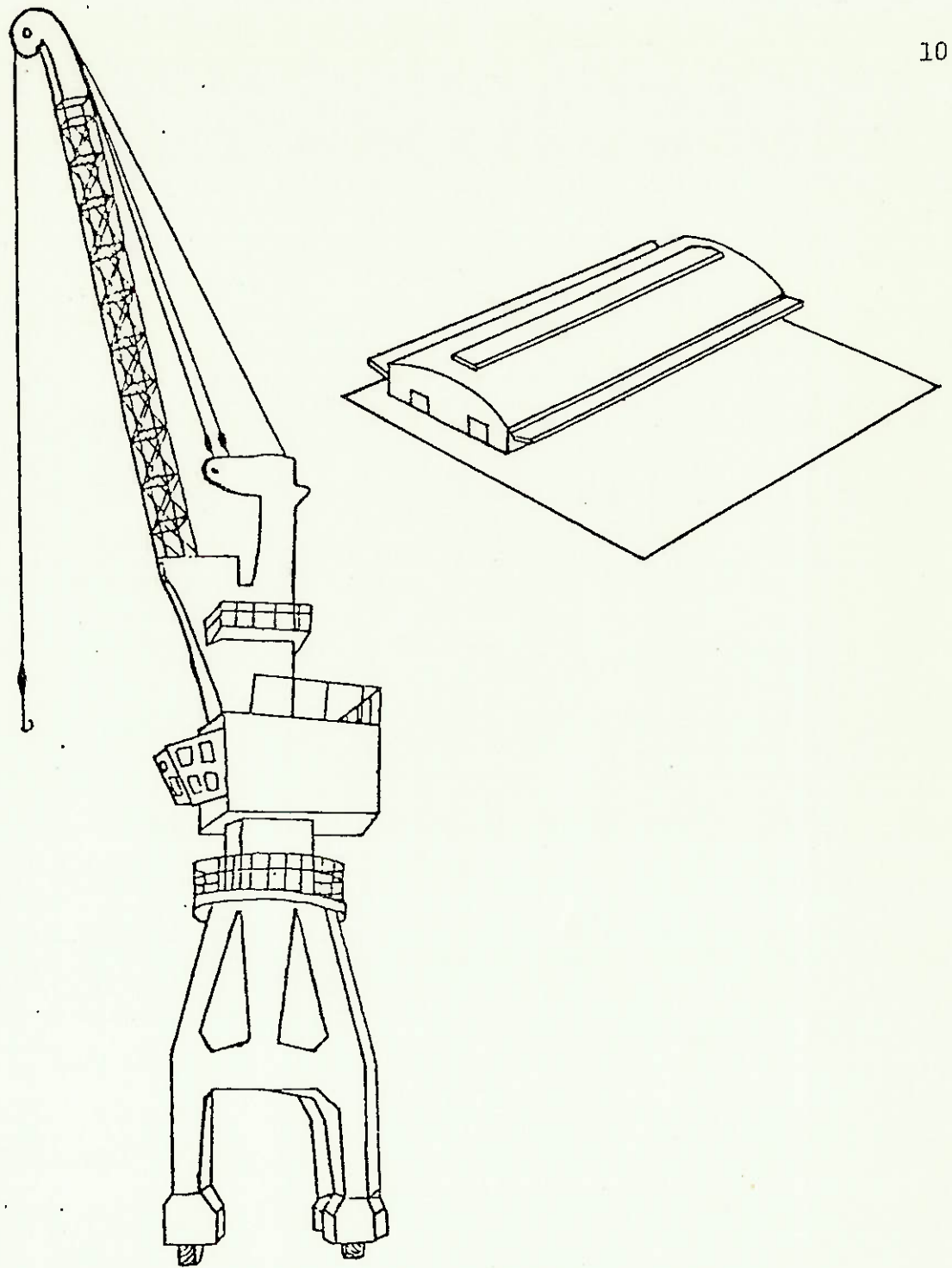


Figura 4 - Tipo de armazém e Equipamento de um Terminal de Carga Geral

Fonte: ref. 1

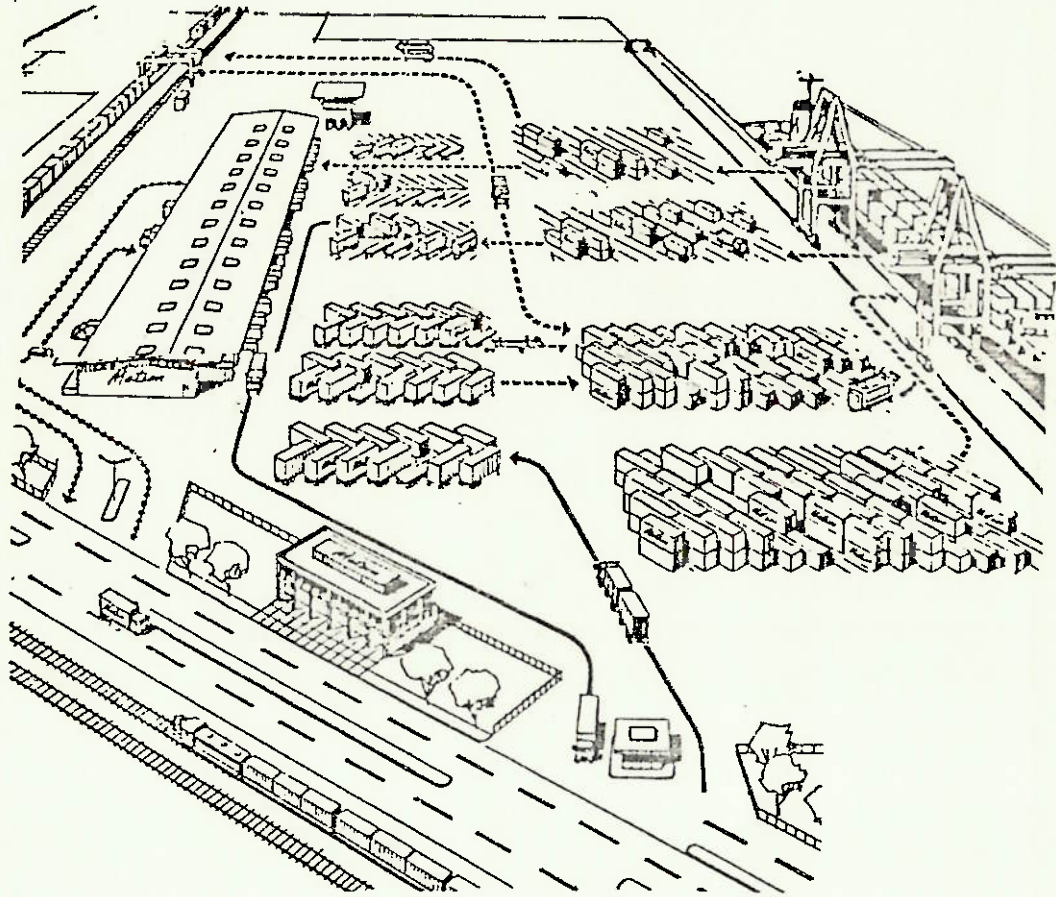
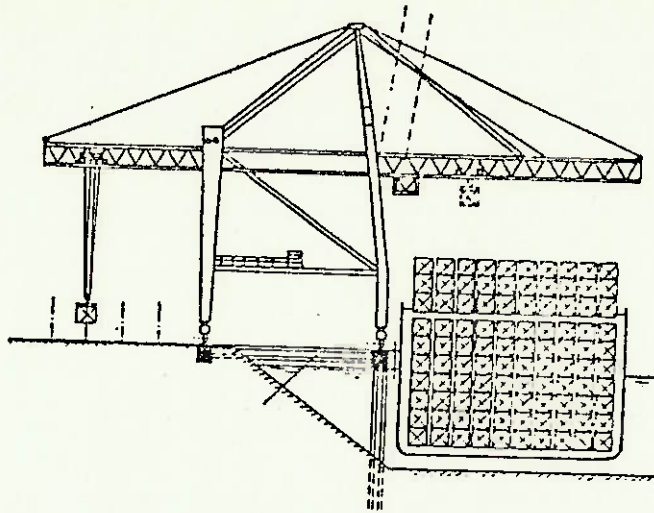
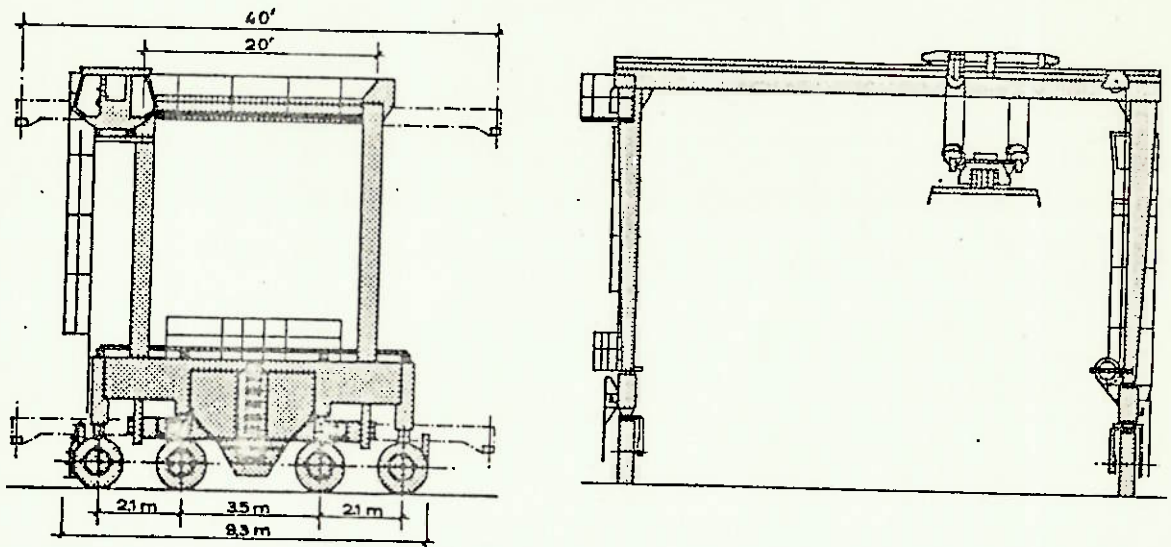


Figura 5 - Arranjo Típico de um Terminal de Contêineres

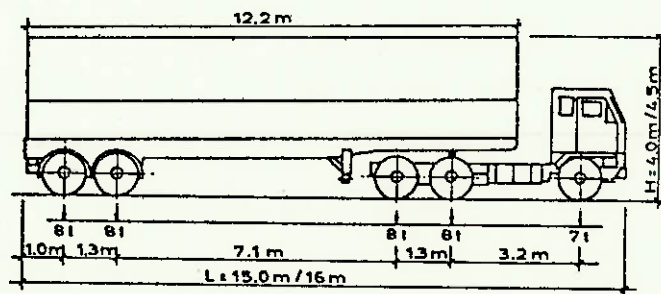
Fonte: ref. 1



Porteiner



Transteiner sobre pneus



Carreta

Figura 6 - Tipos de Equipamentos de um Terminal de Contêineres
Fonte: ref. 1

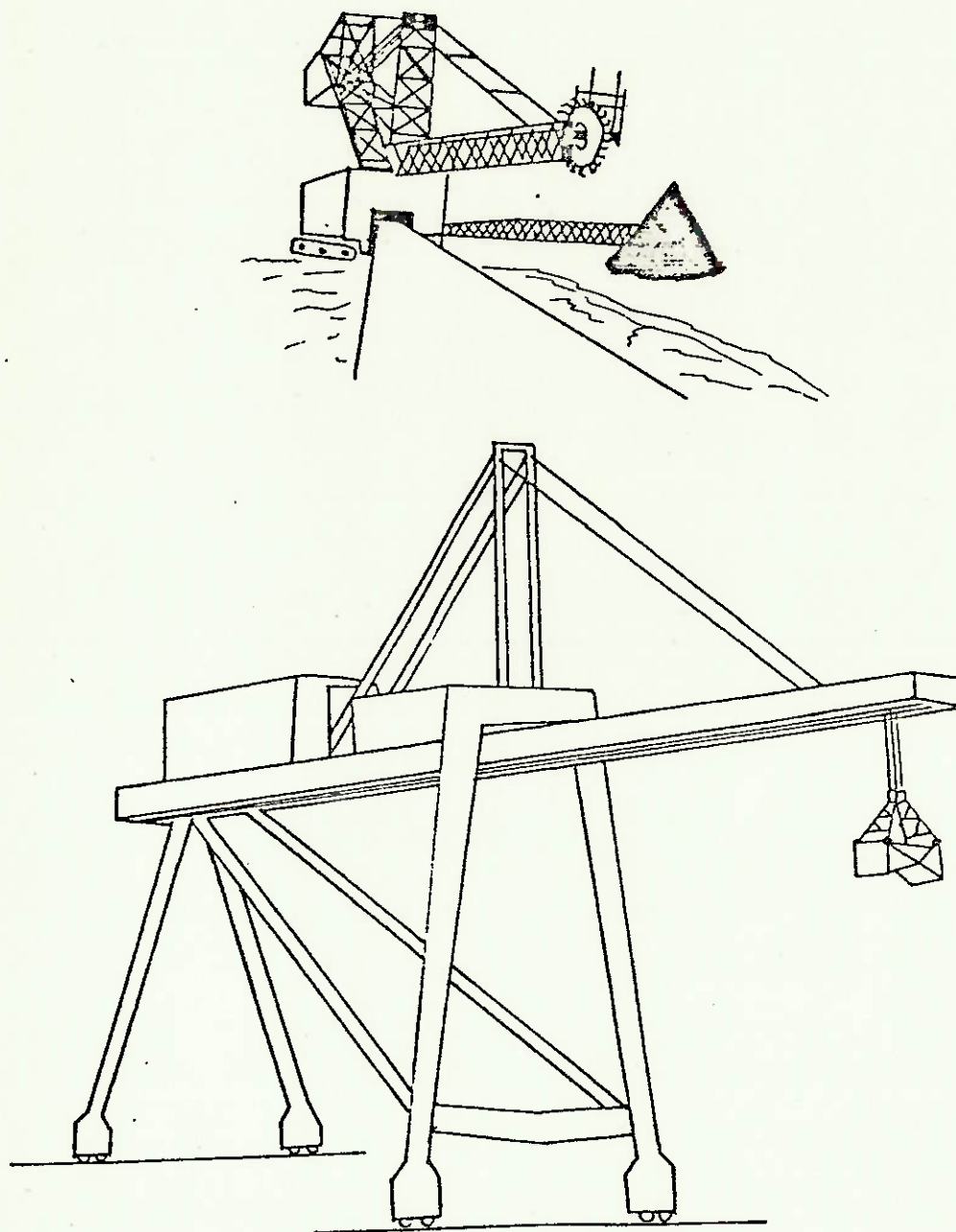
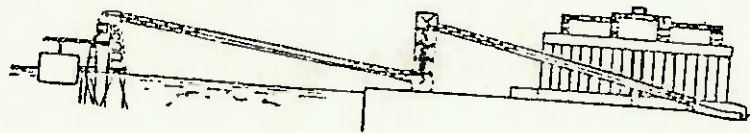
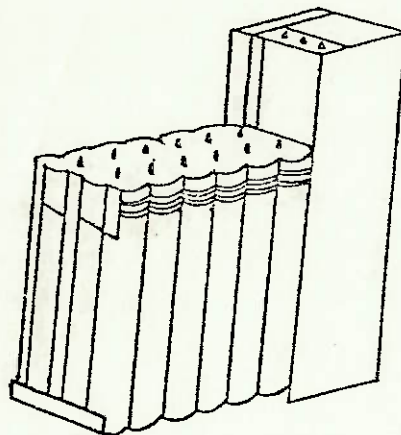


Figura 7 - Tipo de Equipamento e Armazenagem de um Terminal de Minérios

Fonte: ref. 1

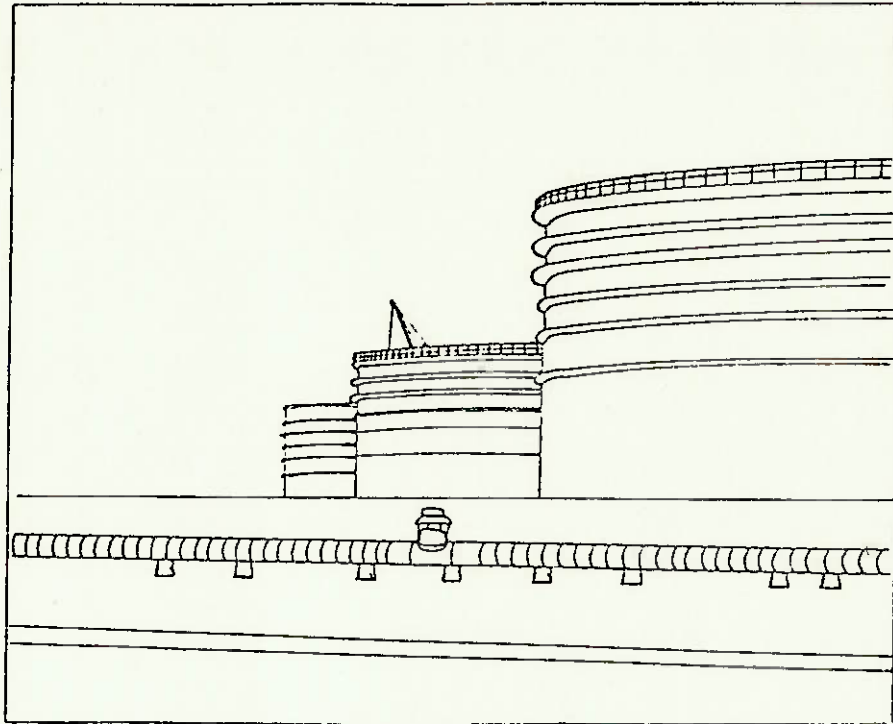


Sistema de Transbordo



Silos

Figura 8 - Tipo de Equipamento e armazenagem
de um Terminal de Granel Sólido
Fonte: ref. 1



Tanques

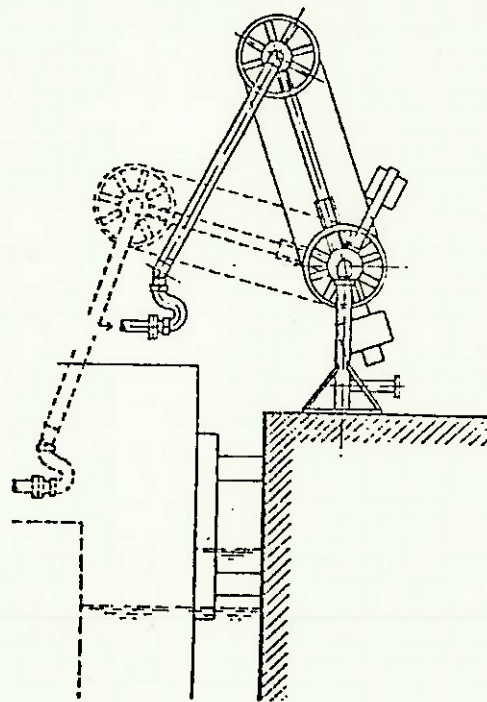
Conexão
Navio
Tanque

Figura 9 - Tipo de Equipamento e armazenagem
de um Terminal de Granel Líquido
Fonte: ref. 1

- Erlang de parâmetro k (E_k)
- Geral (G)
- ii) um certo número " C " de postos de atendimento em paralelo.
- iii) Uma certa disciplina de atendimento representada pela letra D . Assim esta letra pode representar as seguintes disciplinas:

FIFO "First in, first off". O primeiro a chegar é o primeiro a ser atendido.

LIFO "Last in, first off". O último a chegar é o primeiro a ser atendido

SIRO "Service in random order". A ordem de atendimento é aleatória.

GD Disciplina geral de atendimento.

- iv) Número máximo de elementos que podem ocupar o sistema, representado pela letra E .
- v) uma população finita ou não de elementos que usam o sistema, representada pela letra F .

As principais notações e expressões que são usadas na teoria de filas são:

- λ - Taxa de chegadas de elementos num estágio de atendimento expressa em elementos por unidade de tempo, característica da distribuição de chegadas.
- μ - Taxa de atendimento dos elementos num estágio, quando houver elementos para serem atendidos, expressa em número de elementos por unidade de tempo, característica da distribuição de atendimento.
- ρ - Índice de congestionamento do sistema $\rho = \frac{\lambda}{\mu C}$ (II.1)
- T - Tempo médio de atendimento $T = \frac{1}{\mu}$ (II.2)
- W - Tempo médio de permanência no sistema $W = T + W_q$ (II.3)
- L - Número médio de elementos no sistema $L = \lambda W$ (II.4)
- C_V - desvio padrão/média da distribuição (II.5)
- ∞ - Tempo médio de espera em fila/tempo médio de atendimento (W_q/T) (II.6)

II.3.2 - MODELOS DE FILA

Embora existam modelos de fila sem solução analítica fechada, serão apresentados neste ítem modelos teóricos de filas a partir dos quais se pode obter formulações analíticas para o número médio de elementos na fila e o tempo médio de espera na fila. Estas filas contém um só estágio, que pode conter C postos de atendimento em paralelo. São elas:

a) Fila (M/M/C):(FIFO/∞/∞)

Esta fila foi exaustivamente estudada na literatura, por exemplo, por Taha (ref. 30), Novaes (ref. 20) e White (ref. 34) e apresentam os seguintes resultados:

$$p_0 = \left[\sum_{n=0}^{c-1} \frac{1}{n!} \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^n + \frac{1}{c!} \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^c \left(\frac{c\mu}{c\mu - \lambda} \right) \right]^{-1}$$

$$L_q = \left[\frac{(\lambda/\mu)^c \lambda \mu}{(c-1)!(c\mu - \lambda)^2} \right] p_0 \quad (\text{II.7})$$

Outros resultados de interesse podem ser calculados através das relações II.3, II.4 e II.6.

b) Fila (M/M/C):(FIFO/∞/N)

Os resultados desta fila são também apresentados por Taha (ref. 30) e White (ref. 34).

$$p_0 = \left[\sum_{n=0}^{c-1} \binom{M}{n} \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^n + \sum_{n=c}^M \binom{M}{n} \frac{n!}{c^{n-c} c!} \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^n \right]^{-1}$$

$$L = p_0 \left[\sum_{n=0}^{c-1} n \binom{M}{n} \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^n + \frac{1}{c!} \sum_{n=c}^M n \binom{M}{n} \frac{n!}{c^{n-c}} \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^n \right]$$

$$L_q = L - c + p_0 \sum_{n=0}^{c-1} (c-n) \binom{M}{n} \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^n \quad (\text{II.8})$$

Outros resultados de interesse podem ser calculados através das relações II.3, II.4 e II.6.

c) Fila (M/G/1):(FIFO/∞ / ∞)

Esta fila foi estudada, além de outros autores, por Taha (ref. 30), Novaes (ref. 20) e White (ref. 34).

São os seguintes os resultados apresentados:

$$L_q = \frac{\rho(C_v^2 + 1)}{2(1 - \rho)} \quad (\text{II.9})$$

Outros resultados de interesse podem ser calculados através das relações II.3, II.4 e II.6.

d) Fila (M/E_k/2):(FIFO/ ∞ / ∞)

Esta fila teve seu modelo desenvolvido numericamente no Brasil, por Novaes, Macedo e Oliveira (ref. 21). Os resultados da variação do tempo de espera em função do índice de congestionamento (ρ) são mostrados em forma gráfica e observa-se que estão contidos entre os resultados da solução da fila (M/M/2) e da fila (M/D/2).

e) Fila (M/E_k/C):(FIFO/∞ / ∞)

Esta fila é uma extensão da fila apresentada no item d), agora aplicada a um número qualquer de postos de atendimentos.

Novaes (ref. 20) susere, embora sem comprovação teórica, que os resultados para W_q estão compreendidos entre os resultados das filas (M/M/C) e (M/D/C) com mesmos parâmetros. Uma boa aproximação para W_q seria :

$$W_{q(M/E_k/C)} = W_{q(M/D/C)} + (W_{q(M/M/C)} - W_{q(M/D/C)}) \cdot C_v^2 \quad (\text{II.10})$$

f) Fila (GI/G/1):(FIFO/ ∞ / ∞)

Este modelo, desenvolvido por Brinati (ref. 3), baseia-se na determinação da distribuição probabilística dos

tempos de espera do enésimo elemento que chega ao sistema dado pela expressão II.11.

$$H_n(w) = \int_0^{\infty} \int_0^{\infty} \phi_K(\lambda(w_{n-1} - w + V_{n-1})) g(v_{n-1}) dv_{n-1} x \quad dH_{n-1}(w_{n-1}) \quad (II.11)$$

onde $\phi_K(x)$ - função distribuição dos tempos de atendimento
 W_{n-1} - tempo de espera do elemento n-1
 V_{n-1} - tempo de atendimento do elemento n-1
 τ_n - intervalo entre as chegadas dos elementos n-1 e n.

II.3.3 - MODELOS DE FILA EM SÉRIE

a) (M/M1/Cj):(FIFO/∞ / ∞)

Esta formação de filas foi analisada por alguns autores, entre eles Heefes (ref. 14), Hunt (ref. 15) e Burke (ref. 4). Sabendo-se que a saída de um estágio de atendimento, cuja distribuição é exponencial, gera uma chegada aleatória com distribuição Poisson no estágio seguinte alguns subproblemas são considerados:

i) entre os estágios é permitido a formação de filas infinitas. Assim pode-se tratar a formação de filas em cada estágio i como uma fila (M/M/Cj):(FIFO/ /). O número total de elementos no sistema é dado por:

$$L = N \left(\frac{\lambda}{\mu} \right) / \left(1 - \frac{\lambda}{\mu} \right) \quad (II.12)$$

Outros resultados de interesse podem ser calculados através das relações II.3, II.4 e II.6.

ii) entre os estágios não é permitida a formação de filas. Neste caso as formulações foram desenvolvidas para filas com 2 estágios. O índice de congestionamento é dado pela expressão:

$$\rho_{max} = \mu_2 (\mu_1 + \mu_2) / (\mu_1^2 + \mu_1 \mu_2 + \mu_2^2) \quad (II.13)$$

onde μ_1 e μ_2 são as taxas de atendimento nos dois estágios

b) (M/EK/N):(FIFO/∞ / ∞)

Rosenshine (ref. 26) desenvolveu um método aproximado para análise de filas em série com 2 estágios. Esse método considera que as saídas do 1º estágio serão uma distribuição de chegadas geral (G) para o 2º estágio.

Devem ser conhecidos as seguintes entradas:

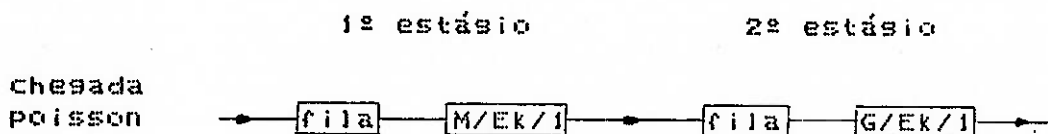
- $\lambda_1, \mu_1, \mu_2, \rho_1, \rho_2$ como definido no item II.3.1.
- α_a^2 variância do tempo de chegada ao 1º estágio.
- α_s^2 variância de tempo de atendimento do 1º estágio.
- α_d^2 variância do tempo de chegada ao 2º estágio.
- K1 e K2 ordem das distribuições Erlang dos dois estágios.
- cv1 e cv2 coeficiente de variação da distribuição de atendimento dos 1º e 2º estágios.

Tem-se a partir disto:

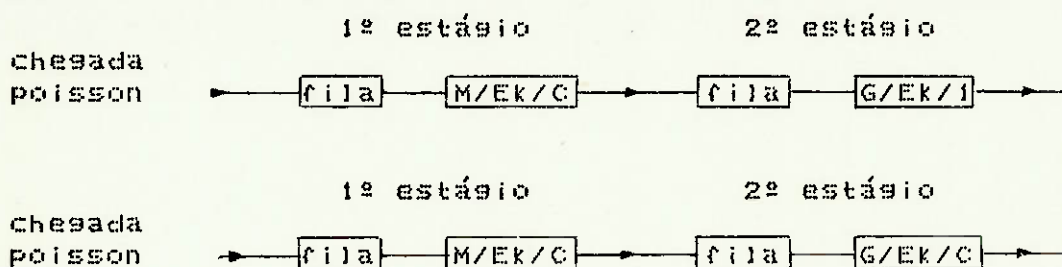
$$Wq_1 = \lambda_1(\sigma_a^2 + 2\sigma_s^2 + \sigma_d^2) / 2(1 - \rho_1) \tag{II.14}$$

$$\begin{aligned} Wq_2 = & \frac{\lambda_2}{2(1-\rho_2)} \left[1 - \frac{(K_1 - 1)\rho_1^2}{K_1} \right] \frac{1}{\lambda_1^2} + \frac{2}{K_2 \mu_2^2} - \frac{1}{n_2 \lambda_2^2} + \\ & - \frac{(n_2 - 1)}{n_2 \mu_2^2} - \frac{(1 - \rho_2)(n_2 - 1)}{K_2 n_2 \mu_2^2} + \frac{(K_2 - 1)}{K_2 \mu_2^2} + \\ & - 0.5 (1 - \rho_2) (K_2 - 1) (n_2 - 1) / K_2 n_2 \mu_2^2 + \\ & - 2(1 - \rho_2) (K_2 - 1) (n_2 - 1) / K_2 n_2 \mu_2^2 \tag{II.15} \end{aligned}$$

Esta formulação foi desenvolvida para a fila em série:



O autor apresenta também resultados para as filas:



II.3.4 - APLICAÇÃO DE MODELOS BASEADOS EM TEORIA DE FILAS A SISTEMAS PORTUÁRIOS

Segundo a definição de nível de serviço mostrada no ítem I.4, pode-se considerar que qualquer medida, tal como o índice de congestionamento (ρ) possa ser capaz de medir o desempenho funcional do componente em estudo. Como será observado na revisão bibliográfica apresentada em seguida, muitos níveis de serviço estão relacionados com fatores econômicos.

Zavaloni (ref. 36) analisou, para o Porto de Carga Geral de Santos, o número de berços de atracação necessários para atender uma demanda de carga prevista a um mínimo custo global. A aplicação da Teoria de Filas baseou-se num levantamento real dos intervalos do tempo entre chegadas dos navios ao porto, configurando uma distribuição de Poisson e dos tempos de atendimento dos navios nos berços, configurando uma distribuição exponencial. Assim, caracterizando-se uma fila (M/M/C) : (FIFO/ ∞ / ∞) foi possível dimensionar o componente berço de atracação, não se tratando da análise dos demais componentes. Zavaloni determinou o número de berços em função de um índice de congestionamento (ρ) fixado, buscando o mínimo custo global.

White (ref. 35) aplicou uma modelagem, por Teoria de Filas, para a análise da ocupação do berço especializado para transbordo de minérios no Porto de Kembla, Austrália. A fila considerada, após comprovação prática das distribuições de chegada e atendimento, foi (M/E2/1):(FIFO/ ∞ / ∞), tendo sido analisado esse porto, também para uma demanda maior de carga e dois berços. Novamente nota-se que somente o componente número de berços foi dimensionado, tomando-se como níveis de serviços o número médio de elementos na fila (L) e o índice de congestionamento de berço (ρ).

Madziar (ref. 17) desenvolveu um método para a determinação do número ótimo de berços que um porto pesqueiro polonês deveria ter, em função dos custos associados com o tempo de espera dos pesqueiros na fila. Por ser uma carga perecível, foi possível uma caracterização exata desse custo

de espera, sendo que o autor adotou, sem comprovação prática, a fila (M/M/C) : (FIFO/∞/∞). Somente o número de berços foi dimensionado, usando-se uma fila com hipóteses teóricas. O nível de serviço adotado neste método foi o tempo de espera de um pesqueiro na fila.

Edmond (ref. 8) aplicou a Teoria de Filas para a modelagem de um Terminal de Contêineres com um só berço de atracação, assumindo, sem comprovação prática, que a chegada dos navios especializados porta-contêineres fosse determinística, ou seja, em intervalos regulares e que o atendimento fosse caracterizado por uma distribuição Erlang de ordem K. Assim a fila se caracterizou por (D/E_k/1):(FIFO/∞/∞). Os níveis de serviço associados a análise do berço foram a probabilidade de se encontrar o berço desocupado e a taxa de congestionamento (ρ). Para a resolução dessa fila o autor usou uma formulação empírica.

Mettan (ref. 20) desenvolveu um modelo baseado em Teoria de Filas, aplicável ao sistema porto, para a determinação somente do número ótimo de berços, tomando como níveis de serviço o índice de congestionamento (ρ) do sistema e a razão dada pela expressão II.6. Novamente a fila considerada foi (M/E₂/C) : (FIFO/∞/∞), sendo que a aplicação do método em determinado porto depende, como recomendado pelo autor, da verificação através das estatísticas portuárias da validade das distribuições de chegada e atendimento assumidas.

Novaes (ref. 20) aplicou Modelo de Estoques para a determinação do estoque máximo que um silo para grãos deve ter. O autor considerou três tipos de armazenagem:

- Armazenagem de Interface - onde assumiu que a chegada e a saída das cargas se dá por uma distribuição de Poisson.
- Armazenagem intermodal - onde a chegada de cargas se dá através de navios e a saída através de vasões, bastando conhecer a média e o desvio padrão dos dois fluxos.
- Armazenagem sazonal - que ocorre normalmente nas safras para escoar a carga ao longo do ano.

Assim, podemos ter o dimensionamento de um componente portuário de armazenagem, porém independente da interação dinâmica com os demais componentes.

Brinatti (ref. 3) desenvolveu um método para a análise dos tempos de espera de embarcações fluviais junto a um porto com um só berço, usando como distribuições de chegada e atendimento Erlang de ordem K. Essa aplicação de fila (E_k/E_k/1) : (FIFO/∞/∞) pode ser estendida para filas (G₁/G₁). Esse método, analítico-numérico consome um tempo razoável de computação e só é aplicável para portos com 1 berço.

II.3.5 - APLICAÇÃO DE MODELOS BASEADOS EM TEORIA DE FILAS A OUTROS SISTEMAS

Ashford (ref. 2) aplicou a Teoria de Filas para estudo do fluxo de passageiros e bagagens através de um terminal aeroportuário, que constitui uma sequência de filas em série e paralelo. Nesta aplicação, além de admitir que a distribuição de chegadas é Poisson, com taxa λ , em todos os estágios de atendimento, que podem ter C_i postos, foram admitidos com tempos de atendimento resididos pela distribuição exponencial com parâmetro λ iguais às taxas de chegada. Assim todas as filas são caracterizadas por $(M/M/C_i):(FIFO/\infty/\infty)$. Os resultados apresentados mostram-se imprecisos e isso se deve ao fato de o autor ter admitido que todos os estágios de atendimento tenham distribuição exponencial de parâmetro λ . Esta hipótese não foi comprovado na prática, segundo levantamentos feitos no seu estudo e também por Gualda (ref. 12) que estudou as distribuições de atendimento dos diversos estágios de três terminais aeroportuários americanos, concluindo pela não aplicação dessa modelagem.

Lee (ref. 14) propôs um método de análise para o processo de filas em série, formado no "check in" por grupos de passageiros em um aeroporto. Esta operação que deve ser iniciada em determinado instante antes do voo tem tempo limitado por alguns minutos antes da liberação do voo. Tratou portanto, o autor do estudo de uma fila $(M/B/C) : (FIFO/\infty/\infty)$ em série com atendimento em grupo, caracterizado pela distribuição Binomial. Essa aplicação parece ser bastante restrita ao sistema aeroportuário.

II.4 - TÉCNICAS DE SIMULAÇÃO

II.4.1 - CONCEITUAÇÃO

Através da simulação, busca-se modelar de forma numérica o comportamento de um sistema em análise. A simulação é dita digital e aleatória quando utiliza computadores digitais e modelos cujos eventos são estocásticos, gerados pelo método de Monte Carlo.

Assim, um sistema portuário pode ser simulado estocasticamente, usando-se para tanto uma modelagem apropriada, variando-se o tempo de simulação e a quantidade de navios que nele chega.

Este trabalho se preocupará com técnicas de simulação estocástica aplicadas a eventos discretos, como é o modelo portuário. Assim, a partir da geração de chegada de navios associada a uma dada distribuição estatística, analisa-se passo a passo as operações portuárias em cada estágio de atendimento que se inclui no modelo, obtendo-se diversas respostas tais como:

- L_q , L_{qmin} , L_{qmax} - nº de navios médio, mínimo e máximo da fila de espera
- L , L_{min} , L_{max} - nº de navios médio, mínimo e máximo do sistema
- W_q , W_{qmin} , W_{qmax} - tempo de permanência médio, mínimo e máximo do sistema
- % de ocupação dos berços, dos equipamentos e etc.

Uma característica das técnicas de simulação para eventos discretos é a elaboração lógica dos diversos componentes do modelo, de tal forma que se simule em ordem lógica e cronológica o sistema global.

II.4.2 - MODELOS DE SIMULAÇÃO

Encontra-se implantado em computadores diversos programas de simulação para eventos discretos.

Entre eles encontram-se os programas SIMULA (ref. 29) para linguagem ALGOL e o programa GASP (ref. 7) para linguagem FORTRAN, considerados de geração mais recente, apresentando uma estrutura de aplicação mais geral e com isso possibilitando mais recursos ao usuário.

Entretanto, houve a necessidade de se criar uma linguagem de simulação mais poderosa, que independesse das linguagens FORTRAN e ALGOL para a sua aplicação. Surgiu então o GPSS "General Purpose Simulation System" (ref. 11), o qual em sua versão mais nova, é denominado GPSS-V, disponível no Centro de Computação Eletrônica da USP.

Este programa caracteriza as operações e componentes do sistema pelas palavras:

- "Entidade ou transação" -É o objeto de interesse do sistema, por exemplo, o navio ou sua carga, e que ficticiamente percorre o sistema.
- "Atributo" -É uma propriedade da "entidade", por exemplo, o número de berços.

"Atividade" -É qualquer processo que causa uma mudança no sistema , por exemplo , o atendimento do navio.

"Evento" -É o começo ou o fim de uma "atividade", por exemplo, a chegada de um navio no porto .

Segundo Gordon (ref. 10) e Scriber (ref. 27) o programa GPSS-V tem a seguinte estrutura lógica de funcionamento:

- o modelo deve ser constituído de atributos , transações e atividades.
- a partir da geração das chegadas das transações no sistema , estas participarão de certas atividades , relacionadas com seus atributos .
- no começo e no fim de cada atividade , portanto a todo evento , como foi definido anteriormente , as estatísticas gerais de filas são atualizadas , por exemplo recalculando-se o comprimento e o tempo médio da fila de espera .
- as estatísticas gerais da fila medem no GPSS-V: o número de elementos na fila , tempos de ocupação dos diversos atributos , porcentagem de ocupações do sistema , etc .

Qualquer distribuição de chegada e de atendimento pode ser usada no GPSS-V , quando se simula a formação de filas , bastando informar seus parâmetros e seu tipo . Por intermédio de uma variável aleatória uniformemente distribuída entre 0 e 1 , são sorteados os tempos de chegada e de atendimento para cada entidade .

Deve-se ressaltar que o GPSS-V como toda técnica de simulação em geral, não traz recursos de análise de sensibilidade em torno das entradas que se fornecem para a simulação , fato esse que nos leva a utilizar o programa quantas vezes for necessário para se obter um quadro de variação das variáveis envolvidas.

Da mesma forma , a aplicação do GPSS-V em um sistema qualquer não deve ter seus resultados generalizados a sistemas semelhantes , pois a aplicação tem geralmente características únicas e particulares , ou seja, uma estrutura lógica e cronológica particular a cada tipo de sistema .

II.4.3 - APLICAÇÕES DE TÉCNICAS DE SIMULAÇÃO AO DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA PORTUÁRIO

Valavicius (ref .32) aplicou a linguagem GPSS-V a um problema de fila encontrado num terminal exportador de minério de ferro do Projeto Carajás , que só contém um berço de

atracação. O autor verificou que o processo de chegada das embarcações graneleiras é regido pela distribuição de Poisson e o processo de atendimento é regido pela distribuição Normal. Além disso, a embarcação que chega ao terminal, só pode atracar se a velocidade das águas junto ao atracadouro permitirem, sendo que essa velocidade é função do nível de maré ao longo do dia.

Com as informações concernentes às distribuições de chegada, atendimento e velocidade das águas, fornecidas ao GPSS-V, o autor conseguiu analisar o congestionamento do terminal, com obtenção das seguintes informações:

- percentagem de ocupação do berço.
- número máximo e médio de navios na fila.
- tempo máximo e médio de navios na fila de espera.

Note-se que a aplicação acima somente analisou um dos componentes do terminal, ou seja o berço de atracação.

Reeves (ref. 25) desenvolveu e aplicou um modelo de simulação para avaliar a construção de novos berços atracação para um terminal marítimo de petróleo no Mediterrâneo.

O autor incluiu na sua modelagem a possibilidade de diferenciação dos diversos tipos de navios em ocuparem berços preferenciais, bem como funções lisadas às condições climáticas do tempo na região, que inviabilizam a operação portuária. O autor analisou ainda, a influência de diferentes equipamentos de carga e descarga na operação de atendimento aos navios. As chegadas foram consideradas, após observação prática, como regidas por Poisson e os tempos de atendimento por uma distribuição Erlang de ordem K.

Usando o tempo de espera para atracar como nível de serviço para o componente berço de atracação e parametrizando o número de berços e a percentagem de utilização dos equipamentos portuários, o autor conseguiu analisar operacionalmente o desempenho do sistema global, associado a uma certa demanda de carga.

Na literatura encontramos ainda o programa de simulação PORTSIM (ref. 23), desenvolvido pelo Banco Mundial, que consiste num modelo específico de simulação portuária, para ajudar na avaliação de novos projetos, planos de expansão ou modernização de portos localizados em países membros da instituição.

A preocupação principal do Banco Mundial ao desenvolver este modelo foi de poder contar com uma ferramenta bastante poderosa que medisse as implicações operacionais do aumento da capacidade dos portos, auxiliando assim seus engenheiros e economistas no estudo da viabilidade de se investir no setor. Este modelo estuda as capacidades de atracação do porto, a operação de carga/descarga, a infraestrutura de apoio ao porto, buscando comparar diferentes alternativas operacionais através da figura de mérito do custo/benefício.

As operações portuárias são simuladas usando-se para

tanto as seguintes informações:

- taxa de chegadas e tipos de navios.
- distribuição de chegada dos navios .
- número de berços e descrição de equipamentos , metragem do cais e seu calado .
- índice de preferência de um navio por um berço especializado ou prioridade de atracação .
- custo unitário diário para a permanência de navios e para a utilização de berços e equipamentos .

Como resultados principais obtém-se :

- tabelas de tempos operacionais do tipo: tempos de espera, tempos totais de permanência dos navios e cargas no sistema.
- tabelas de custos operacionais para os navios , berços e equipamentos .
- outros resultados de interesse: máximo comprimento de filas, probabilidade de desistência, taxas de ocupações de berços e etc ..

Para se obter esses resultados a partir das entradas especificadas, tem-se a seguinte estrutura do modelo:

- a cada navio são associadas duas variáveis aleatórias: instante de chegada e tempo de atendimento. As filas simulada são do tipo $(E_k/E_k/C):(GD/N/\infty)$.
- a fila é formada obedecendo-se a ordem de chegada, a prioridade do navio e o espaço físico necessário de berço para o navio atracar , seguindo-se dois métodos : No primeiro é avaliado o espaço disponível de cais e se neste for possível a atracação de um navio menor e de baixa prioridade em relação a um navio maior e de alta prioridade será feita a atracação . No segundo, o espaço vaso ficará disponível até que mais espaço seja liberado para se atracar o navio de alta prioridade .
- o modelo não permite a formação de filas maiores que 50 navios ou índices de congestionamento maiores que 0,96. Caso isto ocorra o processamento é interrompido e uma mensagem é listada.
- na operação de manuseio de carga , dois métodos são possíveis . O primeiro identifica o número de porões do navio e aloca um equipamento para cada um , associando-se os tempos de serviço . O segundo método associa um tempo de operação (total) ao navio , sem considerar seu arranjo ou número de equipamentos .

- No início da simulação é necessário atribuir um período de tempo para que o modelo, inicialmente sem navios, atinja um equilíbrio operacional sem transientes.
- Deve-se associar um tempo em meses, para que seja simulada a operação portuária compatível com possíveis mudanças sazonais de comércio internacional, funções de produção do país, etc..

Este programa possibilita analisar diversas configurações portuárias num só processamento, utilizando sempre os resultados de uma configuração como condições de equilíbrio para a análise da configuração posterior.

São as seguintes as equações que calculam as variáveis de interesse:

$$WC_i = \sum_{j=1}^{n_i} (WT_j \times CW_j) \quad (II.16)$$

$$OC_i = \sum_{j=1}^{n_i} (OT_j \times CO_j) \quad (II.17)$$

$$BOC_i = \sum_{k=1}^n (CH_k \times OCC_i) \quad (II.18)$$

$$S = \frac{1}{T} \left[\frac{\sum_{i=1}^n (x_i \cdot l_i)}{\sum_{i=1}^n x_i} \right] \quad (II.19)$$

WC_i - Custos de espera para navios do tipo i

WT_j - Número de dias de espera de navios do tipo j

CW_j - Custo diário de espera para navios do tipo j

OC_i - Custo total de operação para navios do tipo i

OT_j - Tempo de serviço do navio j do tipo i

CO_j - Custo diário de operação do navio tipo j

BOC_i - Custo total de operação do berço i

CH_k - Número de horas de operação do guindaste k

- CCCI -Custo horário de operação do guindaste no berço i
- S -Comprimento médio dos navios que ocuparam os berços
- T -Número total de horas simuladas
- x_i -Número de navios do tipo i simulados
- l_i -Comprimento dos navios de tipo i
- n_i -número de chegadas de navios do tipo i
- m_i -número de guindastes no berço i
- n -número de navios atendidos

O programa PORTSIM mostra-se uma ferramenta poderosa pois efetua uma análise econômico-operacional dos portos. Este programa modela com alguma precisão o processo de transbordo de carga ou seja, toda interface hidroviária, não detalhando contudo, as operações do retro-porto tais como armazenagem, despacho/recepção de cargas.

II.5 - CONCLUSÕES DA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nota-se da revisão de Teoria de Filas que o sistema portuário pode ser modelado analiticamente usando-se esse ferramenta), ressaltando-se porém, que sistemas que apresentam estágios de atendimento em série como é o caso portuário, são de difícil tratamento, além de grande parte dos modelos que apresentam aplicações para as distribuições de chegadas serem residuais pela distribuição de Poisson.

A revisão sobre as técnicas de simulação possibilitou a identificação de métodos capazes de modelar o sistema porto, e que permitem a inclusão de detalhamentos de operações.

CAPÍTULO III - CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA PORTO

III.1 - INTRODUÇÃO

Neste capítulo define-se o sistema porto, seus subsistemas e componentes, mostrando também uma descrição físico-operacional do sistema. Ao final deste capítulo são fornecidos os dados colhidos no campo e nas administrações portuárias dos Portos de Santos e Imbituba.

III.2 - DEFINIÇÃO DO SISTEMA PORTO

A definição clássica dada por Quinn (ref. 24) diz que o porto "constitui-se de uma infraestrutura físico-operacional e administrativa que proporciona abrigo e serviços às embarcações, com a finalidade de manusear cargas e passageiros, com segurança e agilidade, contribuindo para a eficiência do comércio de cabotagem e internacional."

Na conceituação deste modelo, que analisa a capacidade portuária, associa-se uma nova definição ao sistema porto que diz que "cada um dos terminais que compõe um porto é um conjunto de subsistemas de características próprias, por onde a carga deverá fluir com segurança e respeitando os níveis de serviço setoriais de cada subsistema". Assim todos os subsistemas balanceados em suas capacidades de movimentação de carga, expressarão a capacidade global do terminal em análise, indicando se a permanência global da carga no terminal, considerado como um nível de serviço global, não ultrapassou o limite desejável).

Não pretende-se com esta nova definição, afastar a relevância da definição clássica, mas sim adaptá-la aos propósitos do problema em estudo.

Cabe ressaltar que a análise de um sistema porto será feita inicialmente identificando-se os terminais que o compõe, e a partir daí, para cada terminal proceder-se-á a identificação de seus subsistemas e componentes principais, aplicando-se os modelos separadamente para cada um dos terminais.

Dos subsistemas que compõem cada um dos terminais citados, serão considerados somente aqueles que diretamente manuseiam a carga, sendo portanto retirado desta análise os subsistemas administrativo e de apoio e serviços à embarcação.

São quatro os subsistemas que serão considerados e comporão qualquer um dos terminais que podem estar incluídos no sistema porto, conforme mostrado esquematicamente na figura 10:

- subsistema de chesada de navios

- subsistema de transbordo de cargas
- subsistema de armazenagem
- subsistema de recepção e despacho de cargas terrestres.

A caracterização de cada um desses subsistemas é apresentada a seguir.

III.3 - SUBSISTEMA DE CHEGADA DE NAVIOS

Este subsistema, comum a todos terminais que um porto possa conter, é composto de elementos físicos e operacionais envolvidos na chegada dos navios ao porto até o exato momento que, o navio já atracado e vistoriado, esteja pronto para iniciar o transbordo de cargas.

São os elementos físicos:

- baía de evolução e fundeamento
- berços de atracação
- serviço de rebocagem e atracação

São os elementos operacionais:

- fila de navios a espera de atracar
- vistorias da saúde dos portos e da receita federal.

III.3.1 - BAÍA DE EVOLUÇÃO E FUNDEAMENTO

A finalidade inerente a este elemento "baía de evolução e fundeamento", é permitir o livre tráfego e acesso das embarcações que adentrarem ao porto, como também proporcionar às embarcações o abrigo necessário, se estiverem sob a ação de alguma tormenta enquanto esperam para atracar.

A área necessária para o fundeamento de embarcações é circular, com raio correspondente ao comprimento do navio mais 25 metros, se for usado bóia fixa. Se o navio for fundeado com o uso de suas âncoras, deve ser respeitada uma área de raio igual ao comprimento do navio mais 6 vezes o seu pontal, conforme o indicado pelo "Ministry of Transport" (ref. 19).

Para o acesso e livre manobra das embarcações, recomenda-se reservar uma área dentro dos quebra mares, para um canal linear com largura de duas vezes o comprimento do navio e uma área circular para manobras junto aos berços de atracação de raio igual a uma vez e meia o comprimento do navio. Es-

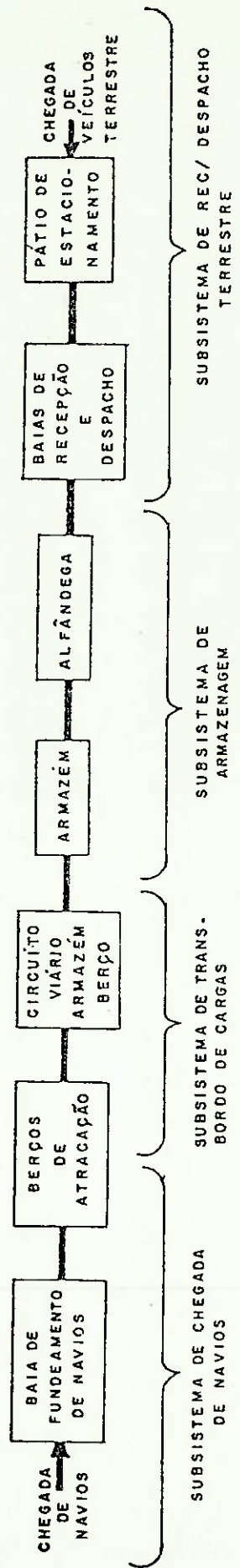


Figura 10 - Divisão dos Subsistemas e Componentes do Sistema Porto

nas áreas garantem segurança e eficiência de manobras segundo o "Ministry of Transport" (ref. 19).

III.3.2 - SERVIÇO DE REBOCAGEM E ATRACAÇÃO

O serviço de rebocagem e atracação, outro elemento do subsistema de chegada de navios, é, via de regra, obrigatório nos portos brasileiros.

O tempo envolvido durante essa operação pode ser considerado do instante em que o navio recebe ordem para atracar, até o instante em que, já completamente amarrado aos cabos, recebe as turmas de vistoria da Receita Federal e Saúde dos Portos.

A operação em si consiste no trajeto do navio da área que estava fundeado até junto ao berço em que será atracado, em velocidade reduzida da ordem de 2 nós, com auxílio de rebocadores e conduzido por um práctico do porto. Junto ao berço designado, uma série de manobras são realizadas até que o navio acoste e seja completamente amarrado pelo pessoal da capatazia.

III.3.3 - BERÇOS DE ATRACAÇÃO

Ao se caracterizar o número de berços de atracação de um porto, dois aspectos devem ser levados em conta, ou seja, o tipo de berços e a prioridade de movimentação de carga de cada berço.

Os portos de Santos e Imbituba tiveram seus berços considerados pela modelagem como individuais, devido as razões descritas no ítem II.2 da pesquisa bibliográfica.

O único fator determinante para a composição da ordem de atracação será a ordem cronológica de chegada dos navios. Será considerado portanto, que o lay-out portuário já está dividido em terminais especializados na movimentação de um só tipo de carga. Esta consideração, embora um pouco fora da realidade portuária, justifica-se pela complexidade adicional gerada no modelo, se for considerado que um berço poderá operar com diferentes tipos de navios e cargas.

III.3.4 - VISTORIA DA RECEITA FEDERAL E SAÚDE DOS PORTOS

As operações de Vistoria da Saúde dos Portos e da Receita Federal não fiscalizam diretamente a carga transportada pelo navio, mas impõem a esta um tempo maior de permanência no sistema porto e, portanto, devem ser consideradas pela modelagem.

Essas fiscalizações estão primordialmente voltadas às condições da saúde da tripulação e possíveis cargas clandestinas não declaradas no manifesto de carga, mas transportada pelos tripulantes.

Os tempos envolvidos nestas inspeções podem ser incluídos na função do tempo de rebocagem, pois dependem basicamente do procedimento adotado em cada porto.

III.3.5 - FILA DE ESPERA DE NAVIOS

Este elemento do subsistema de chegada de navios é um ítem físico-operacional muito importante para a análise da capacidade e do desempenho portuário, pois o tempo de espera na fila pode incrementar consideravelmente o tempo de permanência global da carga no sistema porto, além de incrementar os fretes das cargas que se dirigem àquele porto.

O cálculo da fila de espera ou do tempo médio de permanência na mesma, depende da interrelação entre a chegada de navios e o transbordo de cargas, como será descrito na elaboração dos modelos. Além disso, a formação de fila nos terminais portuários é que proporcionará a análise da capacidade da baía de espera do porto.

Num porto constituído de diversos terminais de carga existem dois tipos de filas: a específica e a global.

A fila específica constitui-se de navios que esperam para atracar no mesmo terminal de cargas. Os navios que a ocupam, carregando o mesmo tipo de carga, entram numa sequência cronológica de atendimento, respeitando-se portanto o procedimento de que o primeiro a chegar seja o primeiro a ser atendido.

A fila global é, na realidade, a fila observada junto ao porto, e é constituída pela somatória das filas específicas formadas pelos terminais que integram o conjunto portuário. Esta fila será a responsável pela análise da capacidade da baía de evolução e fundeamento do porto, sendo que o processo de ocupação e desocupação da mesma se dá num processo diferente da fila específica. Nesta fila, embora o navio ocupe uma posição segundo uma ordem cronológica de chegadas, ele a desocupa de acordo com a operação do terminal onde irá atracar. Assim embora um navio possa estar ocupando, por exemplo, a quinta posição da fila global, se este for o primeiro da fila específica, poderá desocupar a fila global antes que os outros navios.

III.4 - SUBSISTEMA DE TRANSBORDO DE CARGAS

Este subsistema consiste nos elementos físico-operacionais que compõem cada terminal de carga e proporcionam o transbordo das cargas do cais para o navio e vice-versa, bem como o transporte dessas cargas entre os armazéns ou pátios de armazenagem até o cais e vice-versa.

Este subsistema tem íntima relação com o subsistema de chesada de navios, pois a fila de navios junto aos terminais será fruto da interação entre as chesadas e o atendimento dispensado ao navio, descrito nesta seção.

Ocorre que cada um dos terminais, que podem compor um porto, tem uma forma diferente de transbordo de cargas, devido principalmente à natureza diversa dessas cargas, diferentes formas de embalagens e unitização, periculosidade e outros fatores. Assim cabe definir, para cada um dos seis tipos de terminais portuários propostos no ítem I.5 deste trabalho, esse subsistema de transbordo de carga, com todos seus elementos e características de operação.

III.4.1 - TRANSBORDO DE CARGA GERAL

O transbordo da denominada carga geral, com certeza o menos especializado, envolve equipamentos de bordo do navio, equipamentos portuários de grande e leve porte, além de uma extensa mão de obra da estiva e da capatazia.

O processo real de transbordo de carga geral usualmente empregado no porto de Santos pode ser descrito da seguinte maneira:

- a) Segundo a conveniência da Companhia de Navegação e a disponibilidade do porto, são alocados para cada um dos porões do navio, colocados em operação, os equipamentos portuários, os equipamentos de bordo, as turmas da capatazia e da estiva.
- b) Na operação de importação de carga, esta será retirada dos porões dos navios usando-se guindastes ou empilhadeiras no caso de existência de portas laterais e depositadas sobre o berço de atracação ou diretamente sobre caminhões pertencentes à companhia portuária. Muitas vezes porém, esta carga poderá ser movimentada diretamente pelas empilhadeiras até os armazéns ou até mesmo pelo pessoal da estiva, manualmente, unidade por unidade, como acontece no transbordo de sacarias, se o navio estiver próximo ao armazém.
- c) Na operação de exportação, os mesmos processos da importação poderão repetir-se, porém no sentido inverso.

- d) Cada porto opera um certo número de horas por dia, sendo que durante esse período as turmas da capatazia e da estiva são renovadas, respeitando-se paralizações regulamentares para o almoço e jantar, podendo ocorrer ainda paralizações ocasionais por chuva, quebra de equipamentos e outros motivos.
- e) O transporte da carga entre o berço e o armazém e vice-versa, poderá envolver pequenas distâncias, como já descrito anteriormente, onde a estiva remove manualmente a carga, ou grandes distâncias a serem percorridas geralmente por caminhões. Neste caso, existe a operação de um conjunto de veículos num circuito viário interno ao porto, com dois pontos de serviço, um junto ao navio onde espera para receber ou descarregar carga e outro junto ao armazém onde espera e é servido para o mesmo propósito.

Nota-se portanto, de uma análise dessa gama de operações envolvidas no subsistema de transbordo de carga geral, que o conjunto total e simultâneo de todos os modos de transbordo e transporte das cargas se mostra complexo.

III.4.2 - TRANSBORDO DE CONTÊINERES

O terminal especializado em contêineres, que está localizado no porto de Santos, tem apresentado nos últimos anos um crescente aumento de movimentação. A modelagem do subsistema de transbordo de contêineres terá como base as características físico-operacionais deste terminal, admitindo-se que no futuro venham a operar outros terminais especializados em contêineres similares ao de Santos.

A operação real do terminal de contêineres do porto de Santos se processa da seguinte forma:

- a) Os navios atracam em um dos dois berços disponíveis no terminal e é alocado somente um porteiner por navio, para que o transbordo do container, seja este de 20 ou 40 pés, seja efetuado.
- b) Os contêineres são transportados até o berço, na operação de exportação ou transportados até próximos às pilhas de armazenagem, na operação de importação, por carretas de propriedade do porto.
- c) Nesse transporte, entre a pilha e o berço, existem para as carretas dois pontos de serviço, um junto ao porteiner que retira ou deposita de sua base o container e outro junto às pilhas de armazenagem de contêineres onde um "Stradler Carrier", também conhecido como "aranha" ou uma empilhadeira especial retira ou deposita o container.
- d) As operações do porteiner no transbordo dos contêineres não

é exclusiva, pois dependendo do interesse da Companhia de Navegação, o container poderá ser movimentado pelo equipamento de bordo do navio, seja ele um guindaste ou um pau de carga. Nem sempre o container é movimentado no circuito pilha-berço pelas carretas, podendo haver casos em que as empilhadeiras ou o Stradler-Carrier o façam.

- e) Da mesma forma que no terminal de Carga Geral, existe neste terminal um período de funcionamento, com suas paralisações regulamentares e ocasionais.

III.4.3 - TRANSBORDO DE FERTILIZANTES E MINÉRIOS

O transbordo de minério e de fertilizantes são semelhantes, uma vez que se trata de grânéis sólidos de diferentes densidades. O fato portanto de se considerar esses dois terminais no conjunto portuário é que eles aparecem em terminais especializados e com equipamentos próprios somente para o transbordo desse tipo de carga.

Na exportação de minério, o procedimento adotado pelo terminal, com base no porto de Imbituba, no subsistema de transbordo de carga é o seguinte:

- a) Através da alimentação de uma correia transportadora que lisa o pátio de armazenagem ao berço, a carga é depositada por gravidade nos porões do navio atracado. Pode haver mais de uma correia simultaneamente operando em mais de um porão do navio.
- b) Pode-se considerar que a alimentação da correia seja contínua, ocorrendo somente as já citadas paralisações.

O transbordo de fertilizantes, tomando como base o terminal especializado de Conceiçãozinha no Porto de Santos, tem a operação de descarga dos navios igual a anteriormente descrita para a exportação de carvão e portanto sua modelagem seguirá o esquema mostrado. Os equipamentos usados no transbordo de cargas são guindastes com grabs. O único agravante desse tipo de terminal, é que a carga movimentada é muito suscetível a umidade e portanto qualquer que seja a ameaça de chuva, o serviço é paralisado.

III.4.4 - TRANSBORDO DE GRANEL SÓLIDO

O transbordo de grãos nos portos brasileiros apresenta grande diversidade de procedimentos, sendo que será descrito a operação de granel na exportação e importação que usualmente é empregada no porto de Santos.

A operação de exportação, que ocorre nos corredores

de exportação do porto de Santos se processa da seguinte forma:

- a) O navio já atracado é carregado por uma série de dutos, diretamente alimentados pelos silos de armazenagem através de um conjunto de esteiras transportadoras.
- b) novamente aqui há a incidência do problema de umidade, à qual a carga não pode ser submetida.

Na operação de importação é necessário distinguir-se dois processos distintos de remoção da carga dos porões dos navios:

- a) Transbordo direto aos silos. Neste caso, geralmente equipamentos sugadores descarregam o navio, alimentando uma correia transportadora que leva a carga para os silos de armazenagem de grãos.
- b) Transbordo direto aos veículos. É comum verificar-se no porto de Santos a descarga dos grãos diretamente nos veículos dos usuários da carga que está sendo movimentada. Assim, ou caminhões ou comboios ferroviários, recebem a carga que está sendo retirada dos navios por guindastes com grabs, através de moegas reguladoras de vazão, onde o equipamento deposita a carga. Neste caso, nota-se uma interdependência entre esse subsistema e o subsistema de despacho de cargas terrestres, pois a operação do equipamento portuário depende da operação dos veículos e vice-versa, podendo surgir muitas vezes filas de veículos à espera de carga ou paralisação do equipamento, por não haver veículos posicionados para receber a carga.

III.4.5 - TRANSBORDO DE GRANÉL LÍQUIDO

O transbordo de granéis líquidos, tipo petróleo e combustíveis em geral, é efetuado, via de regra, no Brasil, em terminais especializados, dotados de equipamentos bombeadores que são acoplados diretamente dos tanques dos navios aos tanques de armazenagem no terminal.

A operação real se processa da seguinte forma:

- a) Ao navio já atracado, é alocado um grupo de equipamentos bombeadores.
- b) O bombeamento pode ser efetuado usando-se as bombas portuárias ou as bombas de bordo.

III.5 - SUBSISTEMA ARMAZENAGEM

Este subsistema integrante de todos os terminais que compõe o porto, engloba fundamentalmente a armazenagem da carga, seja esta de importação ou de exportação.

Inclui-se também a vistoria da Receita Federal realizada na carga, através dos agentes alfandesários. Dos seis tipos de terminais abordados neste trabalho, dois apresentam a vistoria alfandesária como elemento que impõe à carga um tempo adicional de permanência no porto. São os terminais de Carga Geral e de Contêineres.

III.5.1 - ARMAZENAGEM ALFANDEGADA NOS TERMINAIS DE CARGA GERAL E DE CONTÊINERES

Este elemento operacional está incluído no subsistema armazenagem, pois via de regra toda vistoria é realizada dentro dos armazéns de carga geral e nos pátios de contêineres, antes da carga ser despachada via navio ou via transporte terrestre.

Dois procedimentos distintos são usados nesta vistoria de carga, um para importação e outro para exportação.

Na vistoria de exportação, visa-se conferir o volume de carga exportada com o conteúdo declarado no manifesto de carga, evitando-se dessa forma abusos na exportação ilegal de mercadorias, sem a devida tributação.

Na vistoria de importação, tem-se como meta primeira evitar o contrabando, ou seja, cargas que ilegalmente entram no país sem qualquer tributação alfandesária, e num segundo plano, detetar a entrada de cargas com importação proibida pela legislação vigente, tais como armas, explosivos, tóxicos e outras.

III.5.2. - ARMAZENAGEM DE CARGA GERAL

A armazenagem, no terminal de carga geral não frigorificada, é feita em salpões cobertos ou áreas descobertas. A principal característica desses salpões é proporcionar uma armazenagem segura contra as intempéries climáticas e os abusos do furto. Geralmente esses armazéns encontram-se em áreas bem protegidas e isoladas das circunvizinhanças. Existem também áreas protegidas porém descobertas onde a carga pode ser armazenada.

A capacidade de armazenagem pode ser expressa em termos de toneladas, uma vez que se conheça a área útil de ar-

mazenagem, o fator de estiva médio da carga geral e a altura de empilhamento. A capacidade de armazenagem será dividida em parte coberta e descoberta.

III.5.3. - ARMAZENAGEM DE CONTÊINERES

A armazenagem de contêineres, no terminal especializado do Porto de Santos, se faz em pátios concretados e descobertos, porém bem protecidos, onde os contêineres são posicionados e empilhados em quadriculados pré-estabelecidos, desenhados no solo.

A altura de empilhamento regularmente usada neste terminal é de dois contêineres, sendo que dessa forma a capacidade nominal de armazenagem fica estabelecida, se conhecido o número de posições, para cada comprimento de container, através do lay-out do pátio.

No pátio de armazenagem ainda existem áreas destinadas à circulação dos equipamentos de movimentação de contêineres, sendo que é importante conhecer o número de posições de estacionamento interno para os caminhões que irão carregar ou descarregar os contêineres, após terem esperado em fila própria fora do pátio.

III.5.4. - ARMAZENAGEM DE FERTILIZANTES E MINÉRIOS

As características da armazenagem de minérios e fertilizantes são bastante semelhantes, pois essas cargas são depositadas por gravidade, formando pilhas trapezoidais e geralmente retiradas por esteiras transportadoras.

A capacidade de armazenagem dessas pilhas de carga é função do número de pilhas, área útil de armazenagem e altura de empilhamento, podendo ser expressa em toneladas.

A diferença existente na armazenagem de minério e de fertilizantes é que para o primeiro não há necessidade de armazéns cobertos e para o segundo, que abrigará uma carga suscetível a umidade, há necessidade de galpões cobertos. Uma vez molhado o fertilizante este se enriseca sendo que se desagrega somente se novamente triturado.

III.5.5. - ARMAZENAGEM DE GRANEL SÓLIDO

A armazenagem de grãos comestíveis se faz em geral em silos ou armazéns.

A capacidade nominal em toneladas é facilmente conhe-

cida, através do volume útil dos silos e armazéns e do fator de estiva dos grãos.

III.5.6. - ARMAZENAGEM DE GRANEL LÍQUIDO

A armazenagem de granel líquido se faz em tanques cilíndricos, sendo que o enchimento ou esvaziamento destes se dá diretamente pelos navios e pelas refinarias através de um sistema de oleodutos.

Este elemento da armazenagem é o que menos emprega a mão de obra da estiva e da capatazia, devido ao alto grau de mecanização e automação dos processos de carga e descarga, essenciais para cargas de alto risco.

III.6 - SUBSISTEMA DE RECEPÇÃO E DESPACHO PELA INTERFACE TERRESTRE

Esse subsistema trata dos elementos físicos e operacionais que atuam na recepção e despacho de cargas que chegam ou saem do porto através da via rodoviária ou ferroviária, sendo portanto responsável pelo manuseio de toda a demanda de carga que passa pelo porto.

Em todos os terminais só foram consideradas as interfaces rodoviárias e ferroviárias, pois são raros os casos de interface hidroviária, presente somente no porto de Rio Grande e inexistente a interface aérea junto ao conjunto portuário.

Como foi efetuado anteriormente, esse subsistema será descrito para cada tipo de terminal selecionado e que pode estar presente no conjunto portuário.

III.6.1 - RECEPÇÃO E DESPACHO NO TERMINAL DE CARGA GERAL

O modo de transporte rodoviário é o mais utilizado nos terminais de carga geral presentes nos portos brasileiros, principalmente devido aos diversos modos de embalagem e unitização encontrados na carga geral, que são melhor acomodadas em caminhões do que em comboios ferroviários, aliado ao fato da maior rapidez de transporte, maior segurança e de ser efetuado porta a porta.

Nota-se que no porto de Santos, existe maior incidência da recepção e despacho de cargas através do uso da rodovia, embora a ferrovia preste um papel relevante.

O procedimento básico adotado no porto de Santos,

nesté subsistema é o seguinte:

- a) Os caminhões que chegam ao porto, carregados ou vazios, aproximam-se do armazém onde será realizado o transbordo, procurando saber se existe fila de espera para realizarem a movimentação de sua carga.
No caso de espera, o caminhão procura um estacionamento junto ao armazém, ou caso este não exista ou estiver lotado, procurará qualquer local para estacionar. Na maioria dos portos, os berços e armazéns alocados para o transbordo de carga geral, são de concepção antiga, não dispendo de área de estacionamento para esses caminhões, fato que leva ao congestionamento do circuito viário próximo aos armazéns, pelo estacionamento irregular destes caminhões. No porto de Santos, é comum verificar-se a interferência dos caminhões com as linhas férreas, atrapalhando bastante a passagem dos comboios ferroviários.
- b) Os caminhões estacionados, aguardando ordem para encostar, estão esperando em fila, que segue uma ordem cronológica de chegada e atendimento. Existe porém dois tipos de filas, uma para caminhões cheios e outra para os vazios.
- c) Quando recebe ordem para encostar, o caminhão manobra junto a uma plataforma, cuja altura é correspondente a altura de seu chassis, também chamada de baía de despacho e recepção. O número de baias para o atendimento dos caminhões depende basicamente do tamanho do armazém e da quantidade de carga demandada.
- d) O atendimento dos caminhões constitui-se numa operação de carregamento ou descarregamento dos mesmos, e é efetuado pela mão-de-obra do armazém, às vezes manualmente ou com o auxílio de pequenos equipamentos, tipo empilhadeiras.

III.4.2 - RECEPÇÃO E DESPACHO NO TERMINAL DE CONTÊINERES

Neste terminal, assim como foi considerado no terminal de Carga Geral, a interface ferroviária não apresenta uma movimentação significativa de contêineres, sendo portanto estudado somente o despacho e a recepção através da via rodoviária. Ocorre, no entanto, que com a instalação de um transteiner sobre trilhos para operar junto ao pátio ferroviário do terminal de container do porto de Santos, essa interface, com certeza, aumentará sua parcela na movimentação de carga.

A operação neste terminal, decorre da seguinte maneira:

- a) Os caminhões carregados ou vazios chegam ao terminal e aguardam em fila, num estacionamento próprio, existente fora do pátio de armazenagem. Esse estacionamento cuja capacidade é conhecida, comportará diversos tipos de filas de caminhões, a saber: fila de caminhões carregando contêine-

res cheios, fila de caminhões com contêineres vazios e fila de caminhões descarregados à espera de carga. Estas filas são regidas por uma disciplina de atendimento que obedece o princípio do primeiro a chegar é o primeiro a ser atendido.

- b) Ao ser dada ordem para um caminhão de qualquer fila entrar no pátio principal, este atravessará inicialmente um portão dotado de uma balança, onde seu peso será medido e sua documentação será verificada. A seguir dirige-se para uma área, dentro do pátio principal, onde deverá estacionar junto a um retângulo desenhado no piso, para que o "Straddler-Carrier" ou outro equipamento qualquer venha servi-lo, seja carregando ou descarregando um contêiner.

III.4.3 - RECEPÇÃO E DESPACHO NO TERMINAL DE FERTILIZANTES E MINÉRIOS

Qualquer que seja o terminal em consideração, Minério ou Fertilizantes, e qualquer que seja a operação, de importação ou exportação, a operação real no subsistema de recepção e despacho, se dá assim:

- a) Os comboios ferroviários chegam ao terminal e esperam em fila para serem atendidos. Pode-se considerar a existência de duas filas, uma de comboios cheios e outra de comboios vazios, se este terminal estiver exportando e importando simultaneamente.
- b) Ao ser iniciado o atendimento ao comboio, este será desmembrado de cinco em cinco composições ferroviárias que são alinhadas junto aos armazéns de fertilizantes ou junto ao pátio de minérios.
- c) O carregamento ou o descarregamento dessas unidades se fará em conjunto ou separadamente, dependendo do número de equipamentos alocados.
- d) Uma vez completada a operação destas cinco unidades, outras cinco são posicionadas e a operação continuará até que o comboio original seja recomposto.
- e) No terminal de Fertilizantes existe o despacho de carga por caminhões graneleiros.

III.4.4 - RECEPÇÃO E DESPACHO NO TERMINAL DE GRANEL SÓLIDO

Dois procedimentos básicos são encontrados no subsistema de recepção e despacho do terminal de grãos. O primeiro constitui-se na recepção e despacho de grãos pela interface terrestre, via rodoviária ou ferroviária, com a alimentação dos veículos diretamente dos silos de armazenagem. Neste caso,

existe a formação de duas filas próximas aos silos, uma de caminhões cheios e outra de vazios. Ao receber ordem para encostar, estes caminhões se posicionam junto às baias de recepção e despacho, recebendo ou depositando a carga por gravidade.

O segundo procedimento está relacionado com o desembarque direto dos grãos, do navio aos caminhões, que foi citado no item III.4.4. deste capítulo. Neste caso, uma fila de caminhões é formada fora do terminal e os mesmos entram e se posicionam um de cada vez, junto aos guindastes com grabs, embaixo das moesas, para receberem a carga.

III.6.5 - RECEPÇÃO E DESPACHO DE GRANEL LÍQUIDO

O terminal de granel líquido tem como característica única entre os terminais portuários, de estar ligado diretamente aos centros consumidores, no caso as refinarias de petróleo.

Assim, o processo de despacho das cargas através da interface terrestre se dá via oleodutos, conectados entre os tanques de armazenagem e as refinarias.

O envio dessa carga se faz via bombeamento, cujos valores de fluxo de entrada e saída devem ser conhecidos, para que seja caracterizada a armazenagem desse terminal.

III.7 - NÍVEIS DE SERVIÇO ADOTADOS

Considera-se por nível de serviço uma medida característica associada ao desempenho funcional de um elemento qualquer que integre um subsistema de um terminal portuário, servindo como ponto de comparação da operação eficiente deste subsistema.

Os níveis de serviço são geralmente escolhidos de acordo com as características do subsistema em estudo e seus valores são fornecidos pelo usuário do modelo, de acordo com o que a sua experiência e o seu bom senso lhe recomendam. É importante ressaltar também que a escolha do nível de serviço muitas vezes segue razões financeiras ou econômicas, como é o caso da determinação do tempo médio de espera admissível para os navios atracarem.

Por exemplo, Gualda (ref. 13), considerou que o tempo médio de espera de um passageiro na fila de um balcão de uma companhia aérea pode expressar o desempenho funcional daquele serviço e que esta medida pode avaliar o quanto de desconforto e incômodo pode o passageiro ter, por esperar na fila, levando-o numa próxima viagem a optar por outra companhia de aviação. O valor do tempo máximo admissível de espera em

fila pode ser atribuído com base numa pesquisa entre os usuários daquela companhia.

No exemplo portuário nacional, cada terminal que compõe o porto tem associado aos seus subsistemas, descritos neste capítulo, um nível de serviço característico e tolerável, para as operações nele existentes. Os valores destes níveis de serviço serão fornecidos pela companhia de navegação, pelo usuário do porto e pela administração portuária. Muitas vezes os valores limites serão conflitantes, se especificados por órgãos diferentes, mas este fato não invalida a análise, pois propicia que esta seja desenvolvida sob pontos de vista diferentes.

Para o porto como um todo, também será atribuído um nível de serviço denominado de global, sendo que uma vez avaliado pelo modelo e comparado com o nível aceitável, poderá fornecer uma idéia se fluxo de carga calculado e que foi movimentada no porto foi eficientemente manuseada com a devida agilidade. O nível de serviço global que será atribuído ao porto, através de seus terminais, é o tempo médio de permanência da carga no sistema. Esse tempo de permanência será calculado tendo em vista que em cada subsistema do terminal em análise será possível avaliar, através do modelo, a permanência da carga neste setor. Ao final, somados os tempos de permanência nos subsistemas envolvidos, teremos uma avaliação do tempo total de permanência da carga no terminal. Esse tempo total é basicamente considerado do instante que a carga chega com o navio e inicia com este a espera para atracar, até o instante que é despachada através da interface terrestre. No caso da exportação de mercadorias, o tempo de permanência é da mesma forma contado, onde inicia-se com a chegada da carga ao sistema pela interface terrestre, esperando em fila dentro do veículo que a transportou, até o instante que o navio designado para transportá-la recebeu ordem para desatracar e deixar o porto.

As escolhas dos níveis de serviço neste trabalho visam tão somente avaliar seja setorialmente o desempenho operacional do componente portuário e globalmente o sistema porto, sem preocupar-se com o desempenho econômico-operacional envolvido num sistema dessa grandeza.

III.7.1 - NÍVEIS DE SERVIÇO NO SUBSISTEMA DE CHEGADA DE NAVIOS

Qualquer que seja o terminal em análise, dentro dos seis tipos considerados pela modelagem, dois níveis de serviço são encontrados neste subsistema. São eles:

- a) Capacidade da baía de evolução e fundeamento do porto - O número máximo de navios que podem ser abrisados na baía, constitui o nível de serviço limite e aceitável, que não deve ser ultrapassado, proporcionando assim, segurança às

embarcações. A somatória das filas específicas de cada terminal resultará na fila geral formada em média no porto. Comparado esse valor com uma porcentagem da capacidade máxima da baía, calculada em função das áreas necessárias para o fundeamento de navios e circulação e manobra dos mesmos, poder-se-ia verificar se existe a possibilidade de algum navio ficar desabrigado fora dos limites da baía por falta de espaço para se fundear. Caso isso ocorra, a administração portuária ficaria ciente da falta de segurança imputada ao navio fundeado em área imprópria, ou até mesmo da possibilidade deste recorrer a outro porto.

- b) Espera para atracar- O tempo médio de espera para atracar no terminal constitui um nível de serviço para a análise operacional dos berços de atracação e o serviço aí executado. Longas esperas poderão prejudicar a imagem do porto perante as companhias de navegação e indiretamente elevar os preços dos fretes das mercadorias embarcadas ou destinadas àquele porto, uma vez que o custo da espera para atracar que a embarcação indiretamente paga por não estar navegando, seria dessa forma repassado ao usuário que despacha sua carga.

No item b acima, o valor a ser atribuído como limite aceitável desse nível de serviço, será diferente se forem consultados, de um lado a companhia de navegação que deseja um mínimo tempo de permanência de sua embarcação no porto e do outro lado a administração portuária que deseja um certo nível de ocupação dos berços de atracação. Sabe-se no entanto que valores compatíveis com esses dois tipos de ponto de vista são possíveis de serem atingidos.

III.7.2 - NÍVEIS DE SERVIÇO NO SUBSISTEMA DE TRANSBORDO DE CARGAS

Para os terminais de Carga Geral e de Contêineres, cuja descrição desse subsistema sugere a formação de uma fila fechada compreendendo o berço de atracação, o pátio de armazenagem ou armazéns de Carga Geral e o circuito viário, dois níveis de serviço são considerados:

- a) Espera junto ao berço de atracação- Com a formação de uma fila de caminhões junto ao equipamento de carga e descarga do navio, devido, por exemplo a uma lentidão desse equipamento, deve-se considerar um nível de serviço identificado como o tempo médio de espera para o caminhão ser atendido, que uma vez ultrapassado pelo nível calculado, indicará que muitos equipamentos de movimentação foram alocados nessa tarefa ou que a operação se mostra sem a devida agilidade.
- b) Espera junto aos armazéns ou pátio de contêineres- Da mesma forma, dependendo do número de baias para atendimento dos caminhões e do tempo de atendimento envolvido junto aos armazéns, poderá haver a formação de filas no local. Mais uma

vez o mesmo nível de serviço, o tempo médio de espera para ser atendido pode ser considerado, fornecendo indicações se o atendimento aos caminhões nesse setor é eficiente, ou não.

Para os terminais de Granel Líquido, Granel Sólido, Fertilizantes e Minérios, por não incidir uma movimentação de cargas entre o berço de atracação e o armazém, executada através de veículos, não incidirá nenhum nível de serviço, embora a espera para atracar dependa das informações e procedimentos desse subsistema.

III.7.3 - NÍVEIS DE SERVIÇO NO SUBSISTEMA ARMAZENAGEM

Para todos os terminais envolvidos nessa análise, pode-se associar um nível de serviço relativo a capacidade nominal de carga, que não deverá ser superada sob pena de paralisação da atividade do terminal e imputação de maior tempo de permanência do navio que estiver descarregando ou carregando.

No terminal de carga será o nível de serviço da armazenagem será dividido em capacidade máxima coberta e descoberta.

Para os terminais de Carga Geral e de Contêineres, dentro do subsistema armazenagem, foi considerado o elemento fiscalizador alfandegário, sendo que há necessidade de definir-se um novo nível de serviço para esta operação, que será configurado como o tempo médio de espera para a fiscalização de uma tonelada de carga ou um lote de carga, conforme o terminal em análise. Uma vez violado esse tempo médio fixado, estaria constatado que a alfândega estaria agindo como um processo retardador do despacho da carga.

O nível mínimo de armazenagem também tem papel relevante no sistema portuário pois pode representar falta de carga nas operações portuárias. Assim pode-se considerar que uma quantidade mínima de carga deverá sempre existir.

III.7.4 - NÍVEIS DE SERVIÇO NO SUBSISTEMA DE RECEPÇÃO E DESPACHO PELA INTERFACE TERRESTRE

Os níveis de serviço que aparecem nesse subsistema dos terminais envolvidos, excetuando-se o terminal de Granel Líquido, são bastante semelhantes aos níveis de serviço do subsistema de chegada de navios, porém agora concernentes a chegada e operação dos veículos terrestres que transportam a carga para o porto.

O primeiro desses níveis de serviço está relacionado com o número máximo de posições de estacionamentos de caminhões ou de comboios nos pátios ferroviários junto aos termi-

nais. Uma vez constatado que a fila média calculada desses veículos ultrapassa a capacidade de estacionamento do terminal, estaríamos indicando à administração portuária, que problemas de interferência estariam ocorrendo no circuito viário próximo ao terminal.

O segundo nível de serviço está relacionado com o tempo médio de espera a que o veículo se submete para ser atendido no terminal.

III.B - ESTATÍSTICAS PORTUÁRIAS

A seguir são mostradas as estatísticas portuárias colhidas nos portos de Santos e de Imbituba e que são usadas na elaboração, aplicação e validação dos modelos propostos nos capítulos IV e V.

Algumas dessas informações foram fornecidas pelas administrações portuárias, outras foram colhidas in-loco e algumas obtidas através das referências 4 e 22. Às distribuições estatísticas consideradas foram aplicados testes de aderência.

As figuras 11 a 14 mostram as distribuições estatísticas aderidas aos dados de chegadas e atendimento dos veículos que frequentam os terminais considerados.

Tabella 1 - DADOS SOBRE OS TERMINAIS PORTUÁRIOS

	Carga Geral		Contêineres		G.Sólido		Fertilizantes		Minério		G.Líquido	
área da baía de espera (KM**2)	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.0	3.0	3.0	3.0		
Chesada de navios (navios/dia)	5.21(P)	0.75(P)	1.43(P)	0.223(P)	0.797(P)	1.42(P)						
atendimento de navios (navios/dia)	0.213(E)	0.556(E3)	0.199(E2)	0.216(E3)	0.442(E3)	0.563(E3)						
número de berços	38	2	11	2	3	6						
Chesada de caminhões ao circuito viário (caminhões/hora)	3.0	7.0	***	***	***	***	***	***	***	***		
atendimento aos caminhões (caminhões/hora)	3.0	8.0	***	***	***	***	***	***	***	***		
número de caminhões no circuito viário	5	4	***	***	***	***	***	***	***	***		
tempo médio de espera para a vistoria alfandegária (horas)	48.0	48.0	***	***	***	***	***	***	***	***		

Obs: P=Poisson; E=Exponencial; E1=Erlang de ordem 1; U=Uniforme; D=Determinística; N=Normal

*** - este componente portuário não foi considerado no modelo do terminal.

fonte: pesquisas realizadas junto as referências 6 e 22

Tabela 1 - DADOS SOBRE OS TERMINAIS PORTUÁRIOS (CONTINUAÇÃO)

	Carga Geral		Contêineres		G.Sólido		Fertilizantes		Minério		G.Líquido	
	1	2	1	2	1	2	3	2	2	2	2	2
d. padrão do tempo de espera para a vistoria alfandegária (horas)	10.0	10.0	10.0	***	***	***	***	***	***	***	***	***
número porções em operação por navio	2	1	2	2	3	2	3	2	2	2	2	2
fluxo de entrada de carga nos armazéns (toneladas/dia)	2000	52 (T.E.U)	6000	3000	3000	5000	5000	5000	6000	6000	6000	6000
fluxo de saída de carga nos armazéns (toneladas/dia)	3500	46 (T.E.U)	3500	3000	3000	5000	5000	5000	4000	4000	4000	4000
estoque médio observado (ton)	100000	3000(T.E.U)	130000	30000	30000	100000	100000	100000	300000	300000	300000	300000
nível máximo de armazenagem coberta (ton)	1500000	***	500000	216000	216000	***	***	***	470000	470000	470000	470000
nível máximo de armazenagem descoberta (ton)	1250000	9000 (T.E.U)	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***

Obs: P=Poisson; E=Exponencial; Ei=Erlang de ordem i; U=Uniforme; D=Determinística; N=Normal

*** - este componente portuário não foi considerado no modelo do terminal.

fonte: pesquisas realizadas junto as referências 6 e 22

Tabela 1 - DADOS SOBRE OS TERMINAIS PORTUÁRIOS (continuação)

	Carga Geral	Contêineres	G.Sólido	Fertilizantes	Minério	G.Líquido
chegada de caminhões pela interface terrestre (caminhões/hora)	1.5(P)	4.0(P)	12.0(P)	****	****	****
(por armazen.)						
atendimento aos caminhões (caminhões/hora)	0.90(E)	7.5(D)	10.0(D)	****	****	****
número de baías	5	2	3	****	****	****
chegada de comboios ferroviários na interface terrestre (comboios/dia)	****	****	3.0(P)	1.2(P)	2.6(P)	****
atendimento aos Comboios ferroviários (Comboios/dia)	****	****	3.0(P)	2.5(E)	2.0(E)	****
nº de vagas para o estacionamento de veículos	20	300	7	2	2	****
(caminhões) (caminhões) (caminhões) (comboios) (comboios)						
comprimento do navio padrão (metros)	130.0	150.0	130.0	150.0	100.0	150.0

Obs: P=Poisson; E=Exponencial; Ei=Erlang de ordem i; U=Uniforme; D=Determinística; N=Normal

**** - este componente portuário não foi considerado no modelo do terminal.

fonte: pesquisas realizadas junto as referências 6 e 22

Tabela 1 - DADOS SOBRE OS TERMINAIS PORTUÁRIOS (continuação)

	Carga Geral	Contêineres	G.Sólido	Fertilizantes	Minério	G.Líquido
calado do navio padrão (metros)	7.5	8.0	7.5	8.0	6.0	8.0
carga média transportada pelo navio padrão (ton)	3100 (exp)	130(teu)	11500		6300	12600
tempo médio de espera admissível para o navio atracar (horas)	6.0	6.0	6.0	6.0	4.0	6.0
tempo médio de espera admissível para o atendimento do caminhão no circuito viário (min.)	10.0	10.0	****	****	****	****
tempo médio de espera admissível para a vistoria alfandegária(hs)	84.0	70.0	****	****	****	****
tempo médio admissível de espera para os veícu- los serem atendidos	30 (min.)	30 (min.)	1.5 (horas)	6.0 (horas)	4.0 (horas)	****
tempo médio admissível para a permanência da carga no terminal (dias)	10.0	18.0	10.0	14.0	11.0	15.0
tempo médio de estocagem da carga (dias)	6.0	15.0	6.0	6.0	8.0	10.0

Obs: P=Poisson; E=Exponencial; E=Erlang de ordem i; U=Uniforme; D=Determinística; N=Normal

**** - este componente portuário não foi considerado no modelo do terminal.

fonte: pesquisas realizadas junto as referências 6 e 22

Tabela 2 - DADOS COMPLEMENTARES SOBRE OS TERMINAIS PORTUÁRIOS

	Carga Geral	Contêineres	G.Sólido	Fertilizantes	Minério	G.Líquido
% de navios que carregam (exportação)	35.0	41.0	34.7	0.0	100.0	62.0
% de navios que descarregam (importação)	41.6	35.0	65.3	100.0	0.0	38.0
% de navios que executam importação e exportação	23.4	23.4	0.0	0.0	0.0	0.0
tempo médio de atracação (minutos)	57.0	57.0	57.0	57.0	50.0	57.0
tempo médio de desatracação (minutos)	47.0	47.0	51.0	51.0	45.0	51.0
tempo médio e desvio do atendimento dispensado aos caminhões no C.Viário junto aos berços (min)	20+-10	7+-2	****	****	****	****
tempo médio e desvio do atendimento dispensado aos caminhões no C.Viário junto aos armazéns (min)	25+-10	7+-3	****	****	****	****
tempo médio e desvio gastos no traseiro berço-armazéns (min)	5+-3	4+-1	****	****	****	****

Obs: P=Poisson; E=Exponencial; Ei=Erlang de ordem i; U=Uniforme; D=Determinística; N=Normal
 **** - este componente portuário não foi considerado no modelo do terminal.

fonte: pesquisas realizadas junto as referências 6 e 22

Tabela 2 - DADOS COMPLEMENTARES SOBRE OS TERMINAIS PORTUÁRIOS (CONTINUAÇÃO)

	Carga Geral	Contêineres	G.Sólido	Fertilizantes	Minério	G.Líquido
carga média movimentada entre o berço e o armazém (ton/hora)	110	8(T.E.U)	200	140	125	545
carga média transportada por um caminhão da interface terrestre (ton)	12.0	1(veu)	25.0	***	***	***
carga média transportada por um vaso ferroviário (ton)	***	***	60.0	70.0	80.0	***
número médio de vasos de um comboio ferroviário	***	***	12	34	23	***
% de caminhões cheios na interface terrestre	50	53.3	0	***	***	***
tempo médio e desvio das paralizações regulares (min)	30+-15	30+-15	30+-15	30+-15	50+-15	30+-15
intervalo médio entre paralizações ocasionais (min) (p)	200	200	200	200	200	200

Obs: P=Poisson; E=Exponencial; Ei=Erlang de ordem i; U=Uniforme; D=Determinística; N=Normal

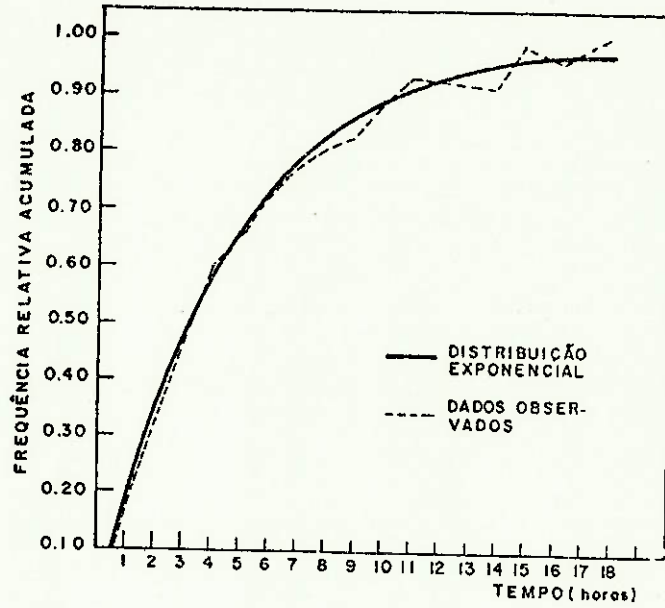
*** - este componente portuário não foi considerado no modelo do terminal.

fonte: pesquisas realizadas junto as referências 4 e 22

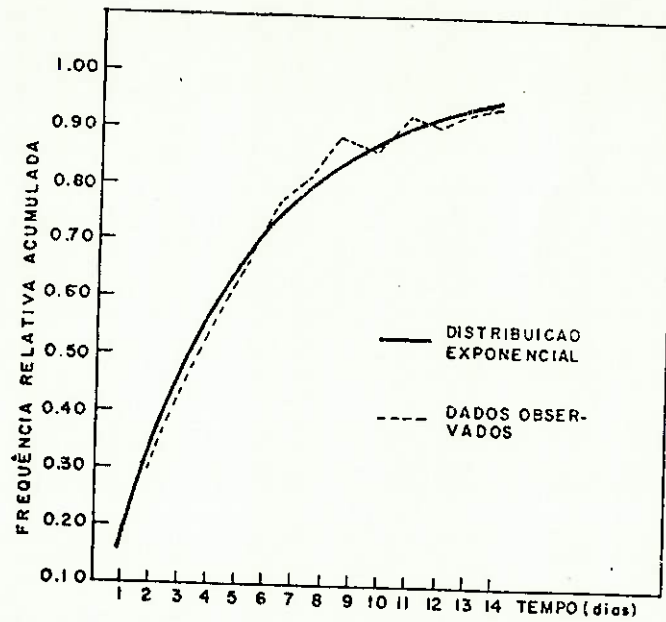
Tabela 3 - FUNÇÃO DENSIDADE DE CARGA TRANSPORTADA

Carga Geral:	0-1999	2000-3999	4000-5999	6000-7999	8000-9999	10000-11999
(ton) exp	0.651	0.1472	0.1420	0.0213	0.031	0.0232
imp	0.824	0.0927	0.0331	0.0099	0.016	0.0099
(exportação)	12000-13999	14000-15999	16000-17999	18000-19999	20000-21999	
(importação)	0.0213	0.00775	0.00775	0.00387	0.00387	
	0.0099	0.0031				
Contêineres:	0-49	50-99	100-149	150-199	200-249	
(t.e.u.)						
(exportação)	0.05	0.25	0.33	0.19	0.17	
(importação)	0.45	0.29	0.29	0.26	0.26	
Granel Sólido:	0-4999	5000-9999	10000-14999	15000-19999	20000-24999	25000-39999
(exportação)	0.378	0.151	0.136	0.091	0.091	0.151
(importação)	0.129	0.324	0.169	0.105	0.088	0.141
(ton)						
Fertilizantes:	0-4999	5000-9999	10000-14999	15000-19999	20000-24999	25000-29999
(importação)	0.176	0.235	0.275	0.137	0.1568	0.0196
(ton)						
Minério (ton)	3000-4999	5000-5999	6000-6999	7000-8500		
(exportação)	0.10	0.20	0.50	0.20		
G.Líquido	0-4999	5000-9999	10000-14999	15000-19999	20000-24999	25000-29999
(exportação)	0.161	0.204	0.290	0.129	0.096	0.096
(importação)	0.315	0.259	0.148	0.111	0.111	0.022

fonte: pesquisas realizadas junto as referências 4 e 22



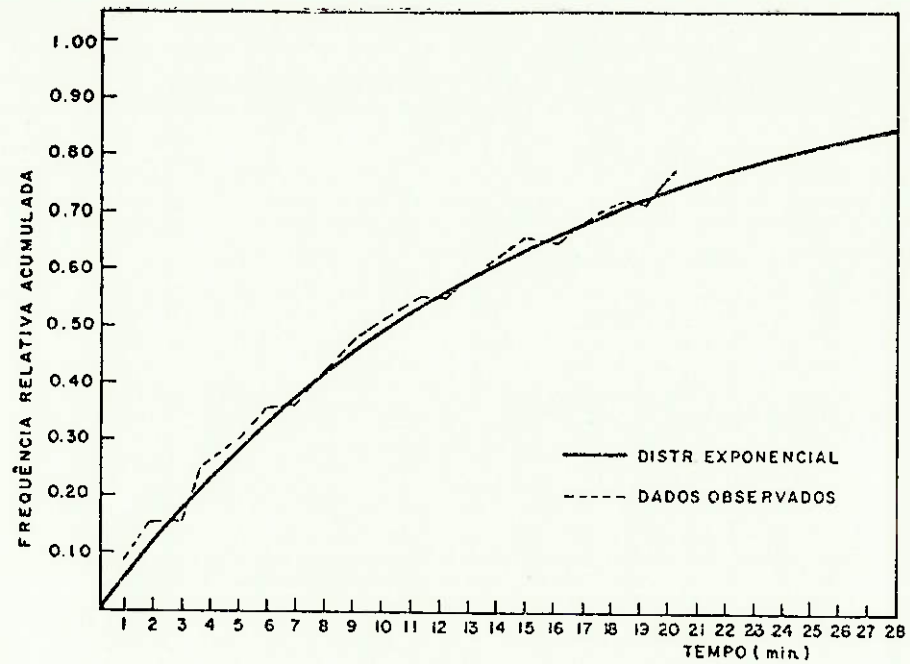
Distribuição do Intervalo entre Chegadas de Navios



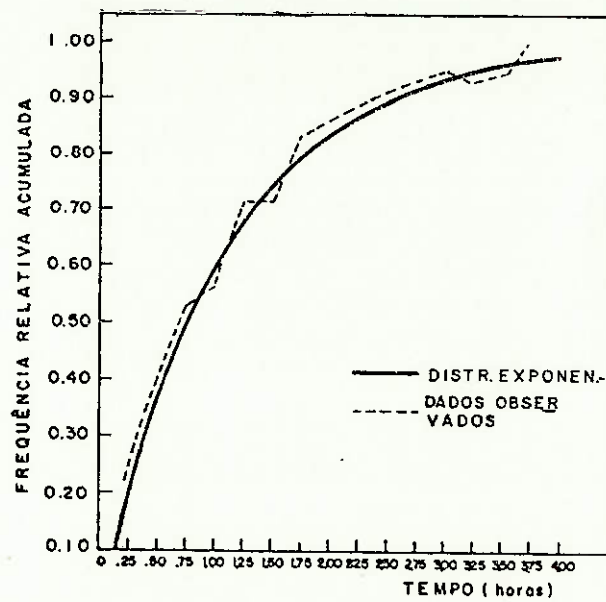
Distribuição do Tempo de Atendimento dos Navios

Figura 11 - Gráfico das Distribuições Estatísticas Aderidas para o Terminal de Carga Geral.

Fonte: Pesquisas levantadas junto as Referências 6 e 22.



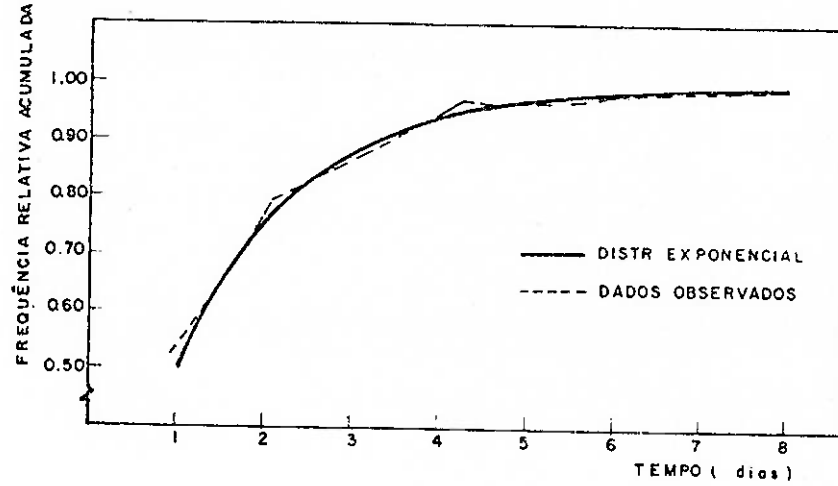
Distribuição de intervalo entre chegada dos caminhões



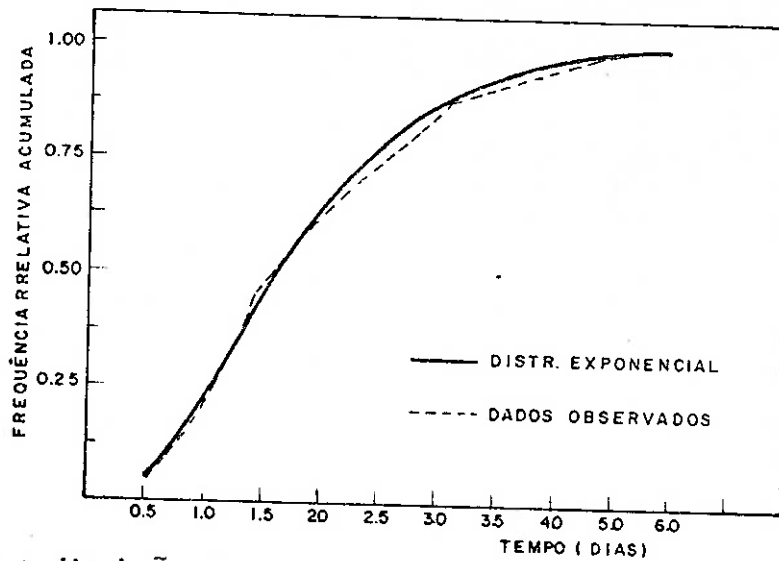
Distribuição de tempo de atendimento dos caminhões

Figura 11 - Gráfico das Distribuições Estatísticas
aderidas para o Terminal de Carga Geral.
(continuação)

Fonte: Pesquisas levantadas junto as referên-
cias 6 e 22.



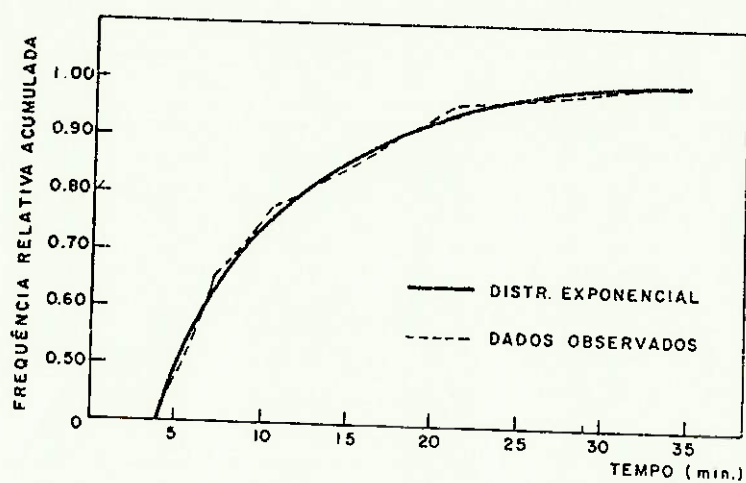
Distribuição do Intervalo entre chegadas de Navios



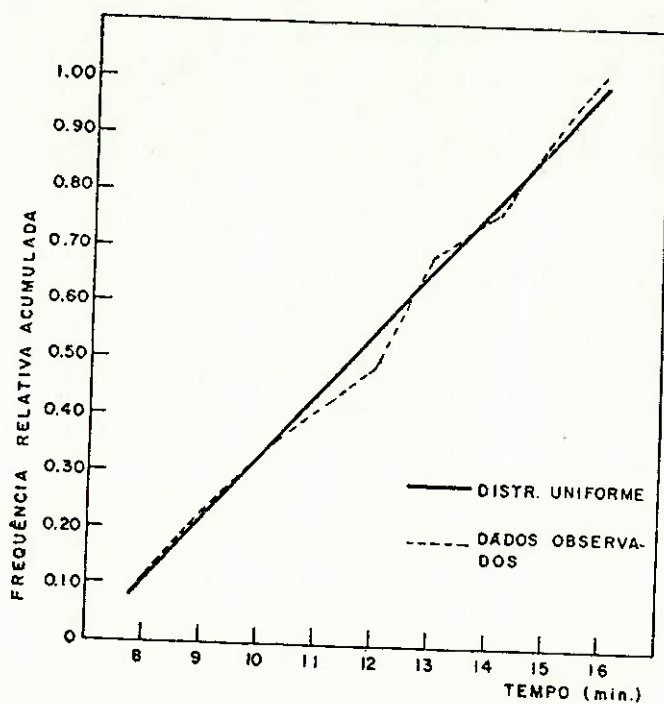
Distribuição dos Tempos de Atendimento dos Navios

Figura 12 - Gráfico das Distribuições Estatísticas aderidas para o Terminal de Contêineres.

Fonte: Pesquisas levantadas junto as referências 6 e 22.

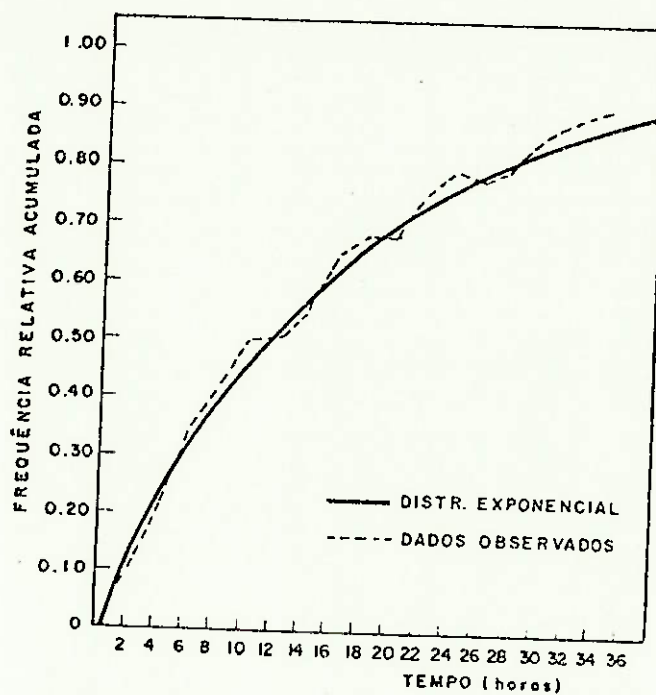


Distribuição do Tempo entre chegadas de Caminhões

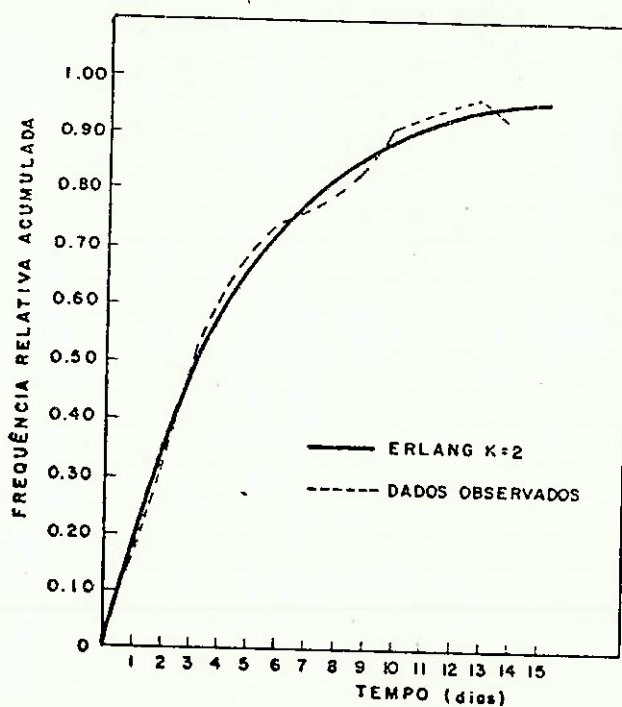


Distribuição dos Tempos de Atendimento dos Caminhões

Figura 12 - Gráfico das Distribuições Estatísticas aderidas para o Terminal de Contêineres (continuação).
 Fonte: Pesquisas levantadas junto as referências 6 e 22.

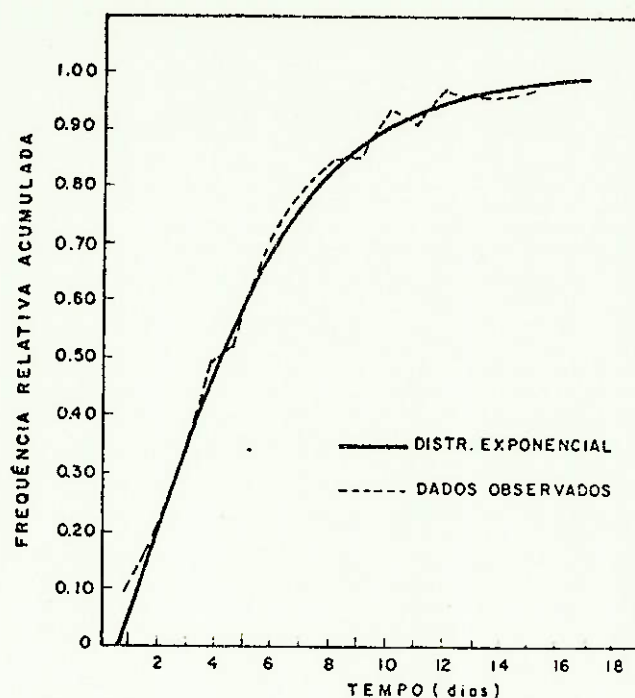


Distribuição do intervalo entre chegadas de navios

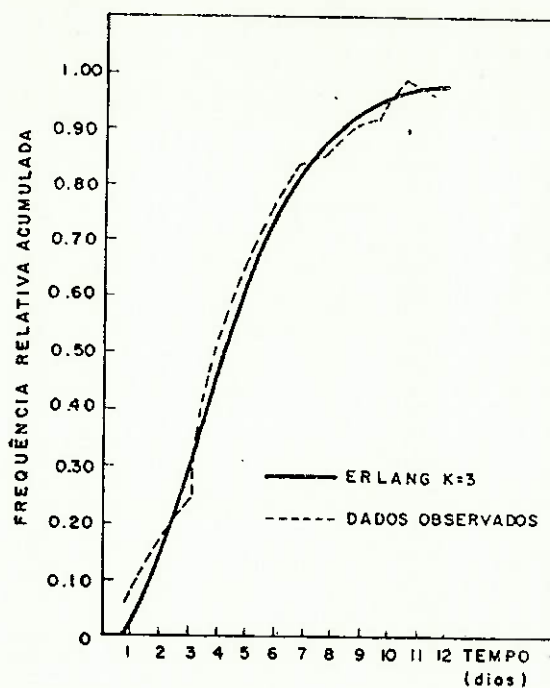


Distribuição de tempo de atendimento dos navios

Figura 13 - Gráfico das Distribuições Estatísticas aderidas para o Terminal de Granel Sólido.
Fonte: Pesquisas levantadas junto as referências 6 e 22.

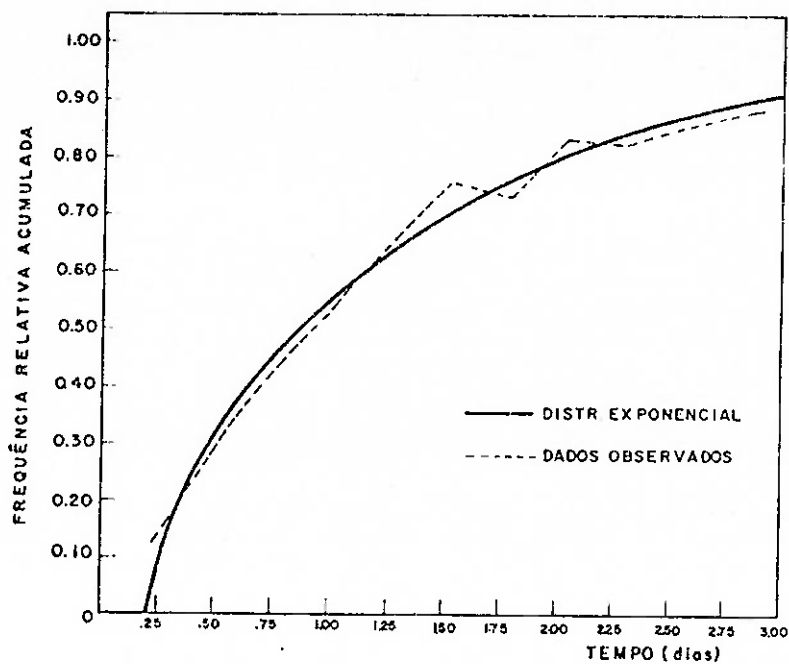


Distribuição do intervalo entre chegadas de navios

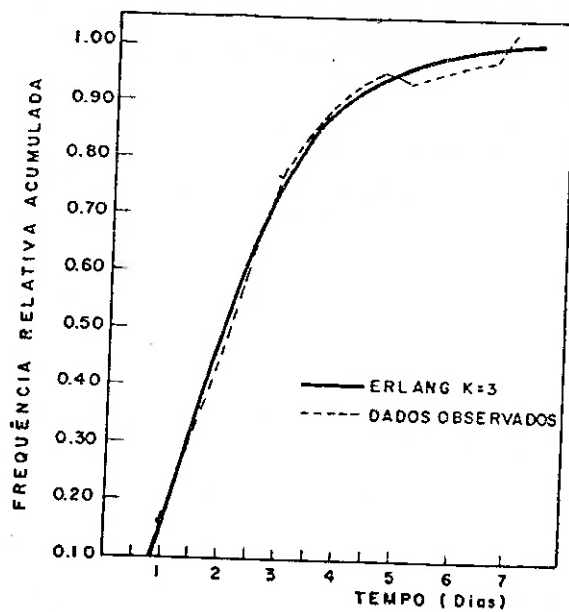


Distribuição de tempo de atendimento dos navios

Figura 14 - Gráfico das Distribuições Estatísticas Aderidas para o Terminal de Fertilizantes
 Fonte: Pesquisas levantadas junto as referências 6 e 22.

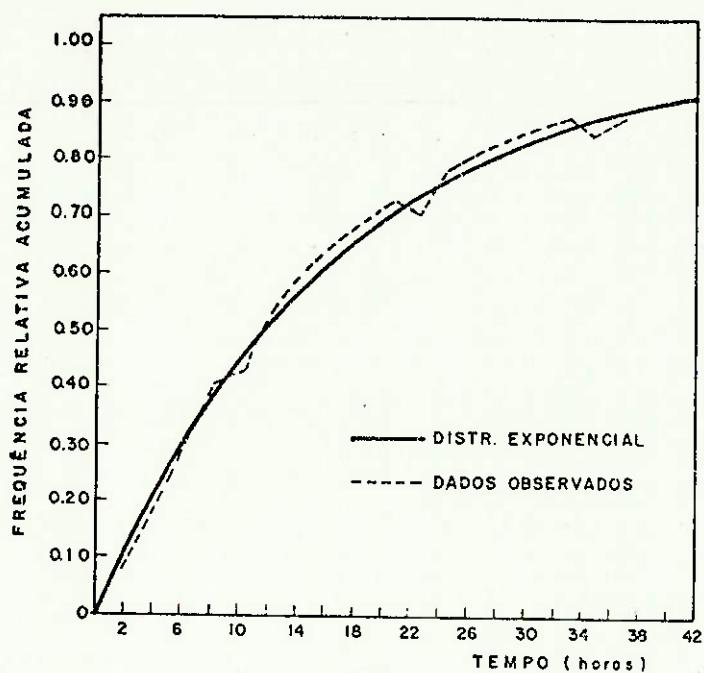


Distribuição do Intervalo entre Chegadas de Navios

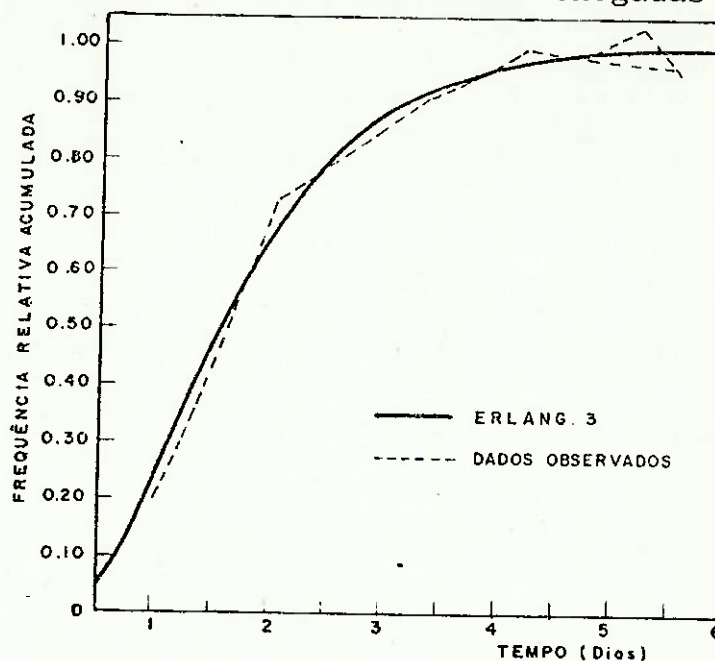


Distribuição do tempo de Atendimento dos Navios

Figura 15 - Gráfico das Distribuições Estatísticas Aderidas para o Terminal de Minérios
 Fonte: Pesquisas levantadas junto as referências 6 e 22.



Distribuição de intervalo entre chegadas de navios



Distribuição dos tempos de atendimento dos navios

Figura 16 - Gráfico das Distribuições Estatísticas aderidas para o Terminal de Granel Líquido. Fonte: Pesquisas levantadas junto as referências 6 e 22.

CAPÍTULO IV - MODELO FILA

IV.1 - INTRODUÇÃO

Neste capítulo é mostrada o modelo para a análise de capacidade do sistema porto associada a níveis de serviço, empregando-se modelos de Teoria de Filas considerados no capítulo II.

IV.2 - MODELAGEM DO SISTEMA PORTO

IV.2.1 - HIPÓTESES RESTRITIVAS

O emprego de Teoria de Filas pode apresentar algumas restrições à modelagem, destacando-se:

- a) Comportamento médio do sistema.
Situações transitórias na operação do sistema porto ao longo do período de estudo não são avaliadas.
- b) Homogeneização de elementos e operação do sistema.
Embora exista tratamento para filas cujos elementos que a ocupam não são homogêneos, neste trabalho supõe-se que os elementos que ocupam uma determinada fila sejam homogêneos, tanto no porte, como na forma de serem atendidos. Os veículos que frequentam o porto, tais como navios, caminhões e comboios ferroviários, não são entre si padronizados. Assim a modelagem considerará uma capacidade média para cada veículo, que engloba os diferentes tipos presentes, bem como taxas médias de operação dos mesmos, na tentativa de proceder uma homogeneização.
- c) Operações de importação, exportação e vistorias.
Para os terminais e as respectivas classes de navios, que executam operações de importação, exportação e ambas numa só atracação, foram agregados os tempos de operação de carga e descarga num tempo total de atendimento. Por exemplo, no Terminal de Contêineres a função distribuição dos tempos de atendimento foi determinada através da composição dos tempos de atendimento de navios que só executavam importação, exportação e ambas as operações. Além disso, os tempos de vistorias da Saúde dos Portos e Receita Federal foram também agregados ao tempo total de atendimento.
- d) Descarga direta de grãos.
Como foi descrito no item III.4.4, existe uma forma de transbordo de grãos, na importação, que descarrega a carga diretamente nos veículos terrestres. Como o tratamento analítico é complexo, essa modelagem não considerará esse tipo de transbordo.

IV.2.2 - CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA PORTO E CÁLCULO DAS CAPACIDADES ASSOCIADAS A NÍVEIS DE SERVIÇO.

A figura 17 mostra a divisão e disposição dos subsistemas portuários considerados num terminal, mostrando ainda os níveis de serviço e as capacidades setoriais.

A seguir são mostrados, para cada componente, sua caracterização face à modelagem e o procedimento de cálculo do fluxo de carga e nível de serviço adotado. Cabe ressaltar que uma vez atingido o nível de serviço limite fornecido pelo usuário do modelo, o fluxo de carga calculado será igual à capacidade associada ao nível de serviço.

a) Baía de Fundeamento e Evolução

Essa baía, também conhecida por baía de espera, tem área definida e dividida em área de manobra e acesso aos berços e área de fundeamento.

Sua capacidade nominal máxima (CNMI), definida como o número de navios que pode abrigar é calculada através da formulação IV.1. A expressão IV.2 calcula a área de manobra (Aman) e acesso das embarcações e a formulação IV.3 calcula a área necessária para o fundeamento de um navio (Afund), com o emprego de âncoras, baseados no "Ministry of Transport" (ref. 19).

$$CNMI = (Abaia - Aman) / Afund \quad (\text{navios}) \quad (IV.1)$$

$$Aman = \pi * (1.5 * L) ** 2 + C * 2 * L \quad (\text{km} ** 2) \quad (IV.2)$$

$$Afund = (L + 25) ** 2 * \pi \quad (\text{km} ** 2) \quad (IV.3)$$

onde L é o comprimento do navio padrão e C é o comprimento do canal de acesso e Abaia é a área da baía de espera. Considera-se como navio padrão aqueles cujas dimensões são mais frequentes no porto em análise.

O nível de serviço desse componente é dado pela fila média de navios (NSic). Esse nível de serviço calculado, não deve ultrapassar o nível de serviço limite representado por uma porcentagem da capacidade máxima da baía de espera (NSlf = CNMI - expressão IV.1), sob pena de violação, que representa não abrigar as embarcações que frequentam o terminal em estudo. Sendo assim podemos definir a capacidade deste componente (CAPACI) como o número de navios abrigados, quando o nível de serviço calculado (NSic) e o nível de serviço limite (NSlf) forem iguais.

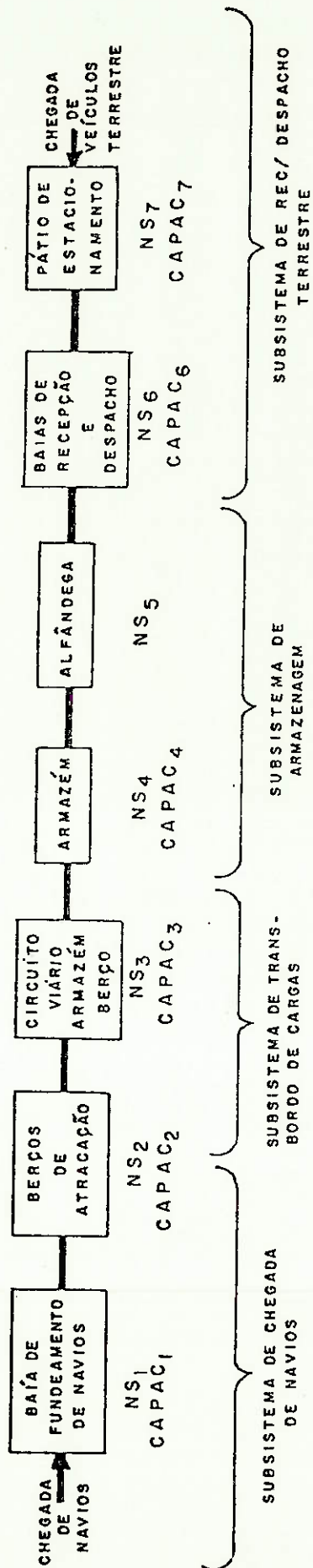


Figura 17 - Níveis de Serviço e Capacidades Associadas dos Componentes Portuários

Em resumo:

$NS1c$ = fila média de navios.

$NS1f$ = porcentagem da capacidade máxima nominal CNMI.

$CAPAC1$ = número de navios abrisados quando $NS1c = NS1f$.

b) Berços de Atracação

Os berços de atracação considerados individuais e com número previamente definido, têm instalados equipamentos de carga e descarga e um modo de operação que proporcionaram o levantamento de uma distribuição de probabilidade dos tempos de atendimento, apresentada no capítulo III. Devido às distribuições aderidas, o modelo considera somente três tipos de funções: Exponencial, Erlang de ordem k e Determinística, podendo ser incluída qualquer outra função se necessário for.

A distribuição do número de chegadas de navios será resida por uma distribuição Poisson devido ao que foi constatado pelas aderências feitas no capítulo III.

Assim o estudo da formação de filas nos terminais em estudo compõem-se de três tipos de filas que podem ser usadas no modelo em seu estado atual: (M/M/C), (M/D/C) e (M/EK/C) com características (FIFO/ ∞ / ∞). Estas características finais são justificadas dado o caráter de atendimento por ordem de chegada existente no Porto de Santos, por não haver limitação do número de elementos no sistema porto, podendo existir em determinadas épocas de congestionamento navios atracados fora da baía de espera do porto e finalmente dado ao número de navios que usam o porto de Santos ser grande, considera-se essa população de usuários infinita.

O fluxo nominal esperado (FNE2) deste componente é fornecido pela expressão IV.4 onde NBERÇO é o nº de berços, DWT é a carga média transportada por navio (ton) e UMIBER é a taxa de atendimento dispensado ao navio no terminal por berço (navios/dia).

$$FNE2 = NBERÇO * DWT * UMIBER \quad (\text{ton/dia}) \quad (IV.4)$$

O nível de serviço tolerável ($NS2f$), tempo médio de espera admissível para atracar, será fornecido pelo usuário e comparado pelo modelo com o calculado ($NS2c$), verificando-se a violação ou folga na operação deste componente. No caso de igualdade entre os níveis de serviço, será determinada a capacidade associada ($CAPAC2$), pela expressão IV.5 onde ALAMNV é a taxa de chegada de navios por dia ao terminal em análise e DWT é a carga média transportada pela classe de navios que opera naquele terminal.

EM resumo:

$NS2c$ = tempo médio de espera para atracar em horas (calculado)

$NS2f$ = tempo médio admissível de espera em horas (limite).

$CAPAC2 = DWT * ALAMNV$ quando $NS2f = NS2c$ (ton/dia) (IV.5)

c) Circuito Viário

O componente Circuito Viário, aparece nos terminais de Carga Geral e Contêineres, onde uma movimentação de cargas é estabelecida entre o cais e os armazéns/pátio de contêineres. O modelo considera que um número definido de caminhões circulam entre dois postos de serviços; o primeiro junto ao navio e outro junto aos armazéns/pátio de contêineres. Por falta de modelos probabilísticos apropriados para o estudo de fila fechada de veículos que se forma nessas condições, o modelo analisa a formação de filas junto ao berço de atracação, considerando a fila com as seguintes características (M/M/C) : (FIFO/ ∞ /N), ou seja, impõe chegadas de veículos junto ao berço com distribuição Poisson, atendimento exponencial, C postos de atendimento representando o número de porções em operação por navio e o n° de elementos que frequentam o sistema finito e igual ao número de veículos alocados para o transbordo de cada navio.

No circuito real existe dependência na chegada de veículos a cada posto de atendimento, devido ao atendimento anteriormente efetuado no outro posto do circuito de fila. Assim, admite-se que o uso do modelo de fila (M/M/C):(FIFO/ ∞ /N) aplicado somente ao posto de atendimento da interface hidroviária forneça resultados rigorosos não comprometendo dessa forma a análise desse componente. No caso do uso deste modelo para o dimensionamento desse componente poderia haver uma super-avaliação não desejável.

O fluxo nominal esperado desse componente (FNE3), é calculado pela formulação IV.6 onde NBERCO já foi definido anteriormente, NCAMIN é o número de caminhões alocados, DWTCAM é a carga média transportada por veículo (ton), UMICAM é a taxa média de atendimento por veículo (veiculos/hora) e NPERIOD01 é o total de horas que esse componente trabalha por dia.

$FNE3 = NBERCO * NCAMIN * DWTCAM * UMICAM * NPERIOD01$ (ton/dia) (IV.6)

O nível de serviço (NS3c), tempo médio de espera para o atendimento do veículo, é calculado pela fila em estudo e será comparado com o nível tolerável (NS3f), fornecido pelo usuário. Da mesma forma podemos definir a capacidade associada (CAPAC3) pela expressão IV.7, onde ALAMCM é a taxa de chegada de caminhões (veiculos/hora), quando os níveis de serviço calculado (NS3c) e fornecido (NS3f) forem iguais.

Em resumo:

N53c = tempo médio de espera para o veículo ser atendido
(hs) (calculado)

N53f = tempo médio admissível de espera (hs) (limite)

CAPAC3 = ALAMCM*NBERÇO*DWTCAM*NPERIOD01 (ton/dia) (IV.7)
quando N53c = N53f.

d) Armazenagem

O componente Armazenagem é caracterizado pelo nível máximo de estoque RTOT (ton) e os fluxos diários de entrada e saída de cargas do terminal, respectivamente AFLUI e AFLUO (ton/dia). Com o conhecimento adicional do nível médio de estoque diário ESTOQ, a expressão IV.8 calcula uma variação em torno do nível médio de estoque do terminal (IC). Tomando-se o extremo superior do intervalo da expressão IV.8 como nível de serviço calculado (N54c) e comparando-se com o nível máximo de estoque do terminal (RTOT), considerado como nível de serviço fornecido (N54f), poderá ser determinado se existe violação de armazenagem.

IC = ESTOQ + ou - 3*TALRN (ton) (IV.8)

TALRN = (n*(AFLUI + AFLUO))*0.5 (ton) (IV.9)

n = número de dias para se atingir o resime permanente, tomado como 30 dias.

N54c = extremo superior de IV.8 (ton)

N54f = RTOT (ton)

Foram tomados portanto três desvios padrões, dados pela expressão IV.9 referente a armazenagem intermodal sem controle, acima da média de estoque diário para a determinação de N54c. Se os fluxos de entrada e saída de cargas fossem distribuídos segundo uma NORMAL, poderia-se tomar um intervalo de confiança com 95% de certeza, em torno do estoque médio diário e o nível de serviço N54c seria dado pela soma de ESTOQ com $1.96 * TALRN$.

A capacidade desse componente (CAPAC4) associada a nível de serviço é a própria capacidade máxima de armazenagem RTOT, que é atingida quando N54c for igual a N54f.

O nível mínimo de armazenagem (N54c) que pode ser atingido é calculado pelo extremo inferior da expressão IV.8 e não pode ser menor que zero (N54f). Caso isto ocorra, o modelo indicará a insuficiência de estoque para as operações portuárias.

rias. Pode-se considerar portanto, que esta checagem de nível mínimo de estoque represente também uma comparação entre níveis de serviço.

e) Armazenagem Alfandegada

O componente Alfândega aparece nos terminais de Carga Geral e Contêineres e representa a vistoria alfandegária de exportação ou importação.

Como esse componente está integrado ao armazém, será associado um nível de serviço a mais ao componente armazenagem, representado pelo tempo de espera admissível para a carga ser vistoriada. Para o cálculo do nível de serviço é necessário as seguintes informações:

UMIVIS- Tempo médio de espera para vistoria de um lote padrão de 18 Ton. (dias)

UMIALF- Desvio padrão do tempo de espera para a carga ser vistoriada. (dias)

O nível de serviço calculado (NS5c) é tomado como o extremo superior de um intervalo de três desvios padrões sobre o tempo médio de espera para a vistoria alfandegária. O nível de serviço fornecido (NS5f) representa quanto tempo o usuário dos serviços do porto, seja ele a companhia de navegação ou o despachante aduaneiro, pode esperar pela vistoria. No caso de violação ou seja NS5c maior que NS5f, indica-se que o serviço alfandegário estaria ineficiente.

Em resumo:

$$NS5c = UMIVIS + 3 \cdot UMIALF \quad (\text{dias}) \quad (IV.10)$$

$$NS5f = \text{tempo de espera admissível para a vistoria (dias)}$$

f) Baias de Recepção e Despacho da Interface Terrestre.

Esse componente é responsável pelo atendimento dos veículos (caminhões ou comboios ferroviários) que chegam pela interface terrestre. Devido as distribuições aderidas no capítulo III, as chegadas são regidas por uma distribuição POISSON e o atendimento regidos por distribuições EXPONENCIAL, ERLANG de ordem k ou DETERMINÍSTICA, configurando o uso de modelos de filas semelhantes aos usados para os berços de atracação, expostos no item a.

A aplicação de um dos modelos de filas fornecem o nível de serviço "Tempo medio de espera para o atendimento" do veículo terrestre (NS6c), que será comparado com o nível tolerável (NS6f).

O fluxo nominal esperado de carga desse componente FNE6 é fornecido pela expressão IV.11 onde NBAIA é o número de baias existentes para o atendimento dos veículos por berço de atracação existente, UMIBAI é a taxa de atendimento aos veículos (caminhões/hora ou comboios /dia), DWTCAM é a carga média transportada por veículo terrestre (ton), NBERÇO já está definido e NPERIODO2 é o tempo útil de operação diária desse componente (hs). Note-se que o número de baias existentes foi tomado por berço de atracação pois a coleta de dados sobre chegadas e atendimentos de veículos terrestres foram efetuadas de forma localizada, em alguns berços específicos de cada tipo de terminal.

$$FNE6 = NBAIA * NBERÇO * DWTCAM * UMIBAI * NPERIODO2 \text{ (ton/dia) (IV.11)}$$

A capacidade associada a nível de serviço é fornecida pela expressão IV.12, onde ALCAMI é a taxa de chegada de veículos terrestres a essa interface (caminhões/hora ou comboios/dia), quando os níveis de serviço calculado (NS6c) e o nível tolerado (NS6f) forem iguais.

Em resumo:

NS6c = tempo médio de espera para ser atendido (calculado)

NS6f = tempo máximo de espera admissível (horas) (limite)

CAPAC6 = ALCAMI * DWTCAM * 24.0 quando NS6c = NS6f (ton/dia) (IV.12)

g) Estacionamento de veículos terrestres.

Esse componente tem capacidade máxima fixada e que será fornecido pelo usuário ao programa, constituindo-se assim o nível de serviço tolerável (NS7f) " número máximo de posições de estacionamento existentes".

A fila média de veículos fornecida (NS7c) calculada pelo modelo de fila aplicado a interface terrestre tem seu valor comparado pelo modelo com NS7f, verificando-se violações. Cabe ressaltar que se ocorrem violações isto significa que a fila de veículos formada está ocupando espaços do circuito viário fora do estacionamento dos veículos e próximos ao porto podendo ocasionar congestionamentos.

Em resumo:

NS7c = fila média de veículos (calculado)

NS7f = nº de posições de estacionamento (limite)

h) Capacidade global do sistema porto e nível de serviço

A capacidade do sistema porto será expressa pela capacidade do componente portuário cujo nível de serviço for atingido e se houver dois ou mais componentes que atingirem seus níveis de serviço fornecidos, pela menor capacidade entre eles. Caso nenhum componente atinja sua capacidade associada ao nível de serviço, deverá ser observado o nível de serviço global; caso este tenha sido atingido, busca-se entre os componentes aquele que apresentar menor fluxo calculado.

Um nível de serviço global é obtido somando-se todos os tempos médios de espera e todos os tempos médios de atendimento ocorridos no sistema porto. Este nível de serviço corresponderá ao tempo médio total de permanência da carga no sistema porto.

IV.2.3 - PROGRAMA FILA

Uma vez que o porto foi dividido em terminais, será aplicado o modelo FILA para cada um deles, dentro da mesma análise e ao final os principais resultados de cada terminal fornecerão os dados para a quantificação da capacidade global de movimentação de carga e do nível de serviço global.

O modelo FILA escrito em linguagem FORTRAN nível G-H, está montado em 4 subrotinas e seu fluxograma é mostrado na figura 18. A seguir são apresentadas as características de cada subrotina:

a) PROGRAMA PRINCIPAL

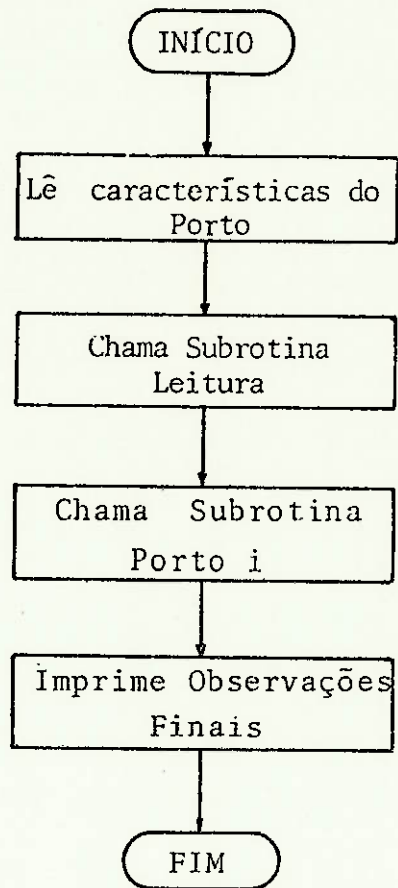
Este programa comanda a chamada das subrotinas existentes, chamando em primeiro lugar a subrotina LEITURA, em seguida a subrotina PORTO e por fim a subrotina CONCLUI.

b) SUBROTINA LEITURA

Esta subrotina lê e imprime, em blocos de 5 cartões por vez, os dados de interesse relativos a um tipo de terminal portuário que compõe o porto.

Neste bloco de 5 cartões destacam-se os dados na seguinte ordem:

a) Característica física da baía de espera e berços de atracação.



SUBROTINA LEITURA

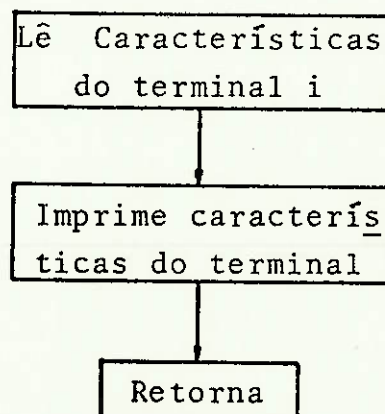
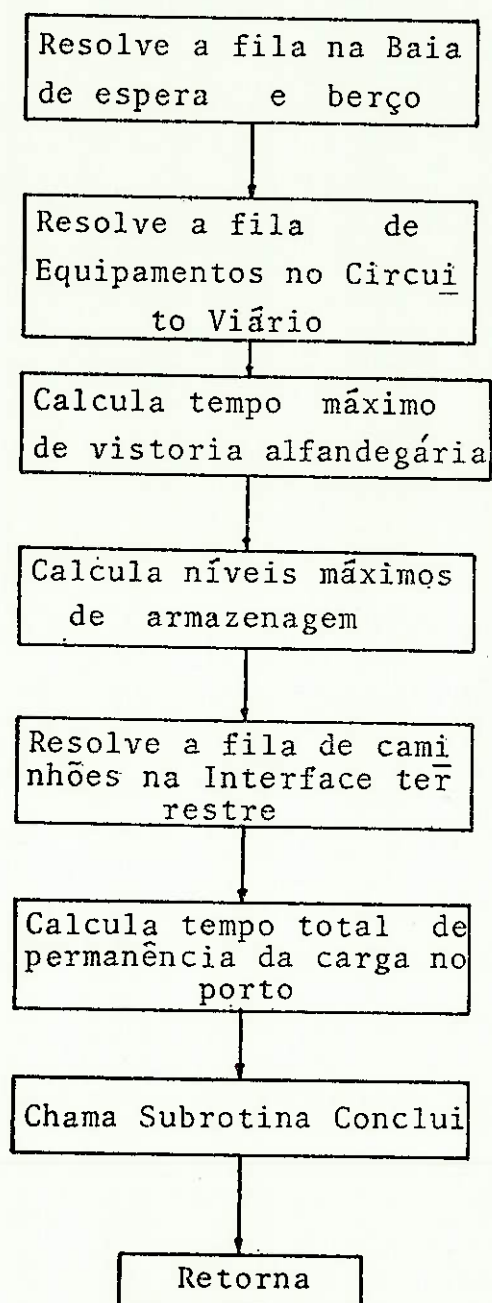
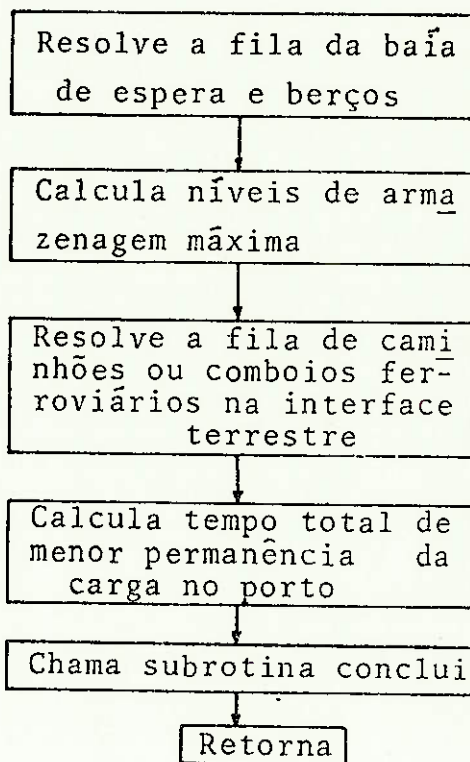


Figura 18 - Fluxograma do Modelo de Fila

SUBROTINA PORTO 1 (Terminais de Carga Geral e de
Conteineres)Figura 18 - Fluxograma do Modelo de Fila
(continuação)



SUBROTINA PORTO 3 - (Terminal de Granel Líquido)

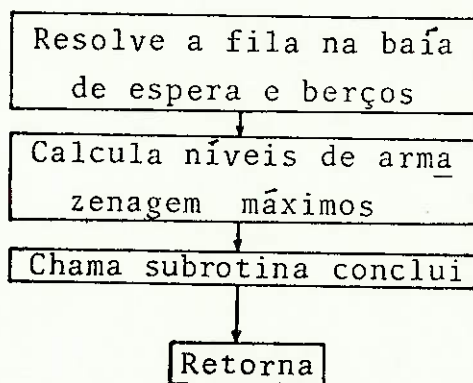


Figura 18 - Fluxograma do Modelo de Fila (continuação)

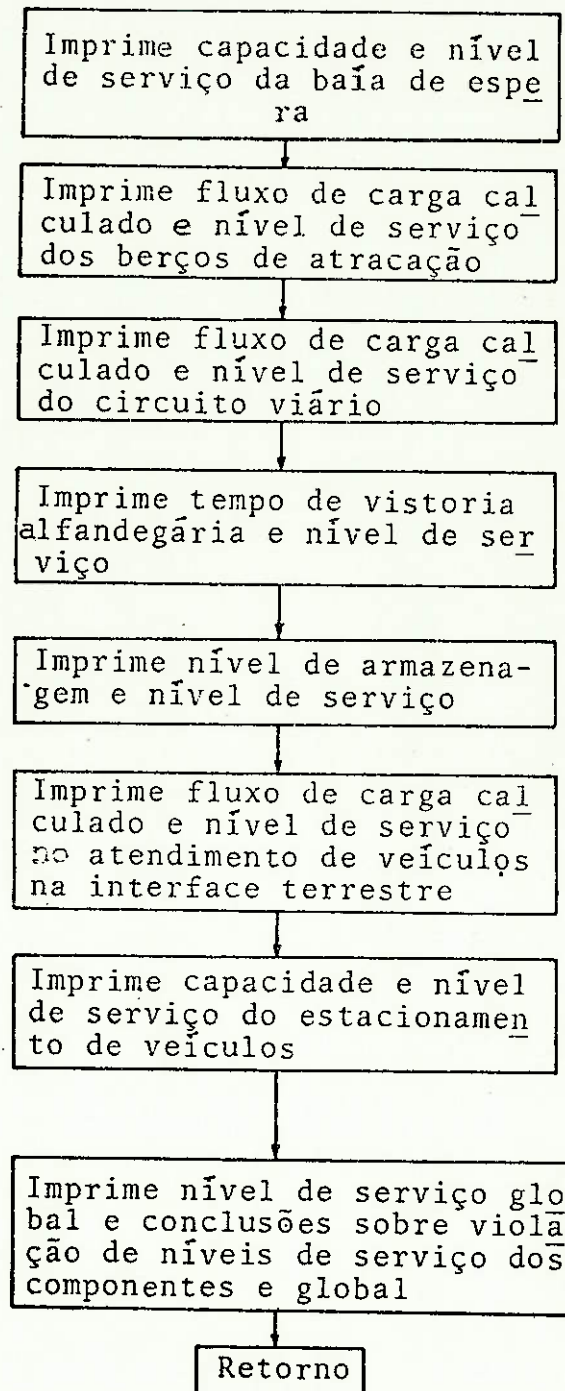


Figura 18 - Fluxograma do Modelo de Fila (continuação)

- b) Características físicas e operacionais dos elementos que compõe cada subsistema portuário.
- c) Taxas de chegada e atendimento dos veículos que frequentam o porto, sejam eles navios, comboios ferroviários ou carretas.
- d) Características físicas do navio padrão que frequenta aquele terminal.
- e) Níveis de serviço admissíveis global e setoriais a serem comparados com os níveis calculados pelo modelo fila.

c) SUBROTINAS PORTOI

As subrotinas portoi representam um conjunto de três subrotinas independentes entre si, aplicáveis especificamente a cada tipo de terminal em análise. Essas subrotinas têm uma estrutura de cálculo semelhante, pois para todo terminal em estudo, qualquer uma delas calcula o fluxo de carga dos componentes e seus níveis de serviço associados, ou seja, desde o subsistema de chegada de navios e seu nível de serviço correspondente, até a interface terrestre se existir. Paralelamente a esses cálculos, essas subrotinas acumulam o tempo médio de permanência da carga no porto e verificam qual dos subsistemas envolvidos apresenta menor fluxo de carga, para ao final serem estabelecidos o nível de serviço global e capacidade de movimentação global do terminal.

Assim, lido pela subrotina LEITURA o tipo de terminal, será utilizada a subrotina PORTOI para os terminais de Contêineres e Carga Geral, a subrotina PORTO2 para os Terminais de Granel Sólido, Fertilizantes e Minérios e a subrotina PORTO3 para o Terminal de Granel Líquido.

d) SUBROTINA CONCLUI

Esta subrotina compara os níveis de serviço setoriais e global em busca de violações, imprime os fluxos de carga e as capacidades associadas a níveis de serviço se atingidas.

IV.2.4 - VALIDAÇÃO E APLICAÇÃO DO PROGRAMA FILA

A validação do programa Fila contou com três fases:

- Verificação do programa.

- Testes do modelo

- Calibração

A fase de verificação do programa visa retirar do mesmo erros de lógica que podem interferir nos resultados do modelo.

A fase de testes da modelagem visa verificar se a conceituação e as formulações usadas na confecção do modelo não induzem a resultados discrepantes da realidade do sistema porto, alterando o modelo se necessário for.

A fase de calibração do modelo tem como finalidade verificar se os dados colhidos e aplicados à modelagem traduzem resultados semelhantes aos observados no sistema porto real, detetando-se os motivos das diferenças e analisando-se os resultados.

As tabelas 4 a 9 mostram a aplicação do modelo Fila aos dados apresentados no capítulo III.

Essas tabelas de resultados apresentam uma coluna com a identificação dos componentes do terminal em análise, uma segunda coluna com a identificação de possíveis violações dos níveis de serviço associados, que estão apresentados na terceira coluna. Além disso, para os componentes berços de atracação, circuito viário e interface terrestre são mostradas as taxas de ocupação e os fluxos de carga. Ao final das tabelas são comparados os níveis de serviço global calculado e fornecido, seguindo-se uma conclusão padrão que pode ser de três tipos:

- Não há violação de nível de serviço e o terminal opera com folga.
- Há violação de nível de serviço.
- A capacidade associada a nível de serviço foi determinada pois há pelo menos um componente onde os níveis de serviço calculado e fornecido são iguais, apontado-se tal componente e fornecendo-se o valor da capacidade.

IV.3 - DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE DO SISTEMA PORTO ASSOCIADA A NÍVEIS DE SERVIÇO COM O USO DO MODELO FILA

Como pode ser visto nas tabelas 4 a 9 a capacidade do sistema porto não foi atingida, pois os níveis de serviço calculados para os componentes e para o porto não foram atingidos, comparados aos previamente fixados como limite. Concluiu-se dessa forma que o terminal em análise operava com folga, ou seja, sem que sua capacidade associada ao nível de serviço fosse atingida.

COMPONENTES DO TERMINAL	VIOLAÇÃO (sim ou não)	NÍVEIS DE SERVIÇO calculado fornecido	
BAIA DE ESPERA	X	2	20 (fila média de navios)

BERÇOS DE ATRACAÇÃO			
ocupação= 0.36 fluxo de carga= 8100.0 (ton/dia)	X	2.8	6 (t. médio espera para atracar - horas)

CIRCUITO VIÁRIO			
ocupação= 0.47 fluxo de carga= 7900.0 (ton/dia)	X	1.00	10.0 (t. médio espera para o atendimento - horas)

ARMAZENAGEM (ton)	X	125000	750000 (nível de armazenagem)

ARMAZENAGEM ALFANDEGADA	X	70	84 (t. médio espera para a vistoria - horas)

INTERFACE TERRESTRE			
ocupação= 0.32 fluxo de carga= 8000.0 (ton/dia)		3.0	30.0 (t. médio espera para o atendimento - min.)

ESTACIONAMENTO DE CAMINHÕES	X	2	20 (fila média de veículos)

nível de serviço global calculado	-	7.0	dias
nível de serviço global tolerado	-	10.0	dias
(tempo médio de permanência da carga no terminal)		não há violação	

Conclusões: Não houve violação de níveis de serviço. O terminal é capaz de atender, com folga, a demanda prevista aos níveis de serviço impostos.			

tabela 4 - Resultados da aplicação do modelo FILA ao Terminal de Carga Geral

COMPONENTES DO TERMINAL	VIOLAÇÃO (sim ou não)	NÍVEIS DE SERVIÇO calculado fornecido	
BAIA DE ESPERA	X	2	20 (fila média de navios)

BERÇOS DE ATRACAÇÃO			
ocupação= 0.67	X	1	4
fluxo de carga= 90.0 (teu/dia)			(t. médio espera para atracar - horas)

CIRCUITO VIÁRIO			
ocupação= 0.87	X	2.0	10.0
fluxo de carga= 110.0 (teu/dia)			(t. médio espera para o atendimento - min.)

ARMAZENAGEM (teu)	X	3500	9000 (nível de armazenagem)

ARMAZENAGEM ALFANDEGADA			
	X	67	70 (t. médio espera para a vistoria - horas)

INTERFACE TERRESTRE			
ocupação= 0.26	X	3.0	30
fluxo de carga= 97.0 (ton/dia)			(t. médio espera para o atendimento - min.)

ESTACIONAMENTO DE CAMINHÕES	X	2	300 (fila média de veículos)

nível de serviço global calculado	-	16.0	dias
nível de serviço global tolerado	-	18.0	dias
(tempo médio de permanência da carga no terminal)			não há violação

Conclusões: Não houve violação de níveis de serviço. O terminal é capaz de atender, com folga, a demanda prevista aos níveis de serviço impostos.			

tabela 5 - Resultados da aplicação do modelo FILA ao Terminal de Contêineres

COMPONENTES DO TERMINAL	VIOLAÇÃO (sim ou não)	NÍVEIS DE SERVIÇO calculado fornecido	
BAIA DE ESPERA	X	1	20 (fila média de navios)
BERÇOS DE ATRACAÇÃO			
ocupação= 0.45 fluxo de carga= 7100.0 (ton/dia)	X	0.20	6 (t. médio espera para atracar - horas)
ARMAZENAGEM (ton)	X	140000	500000 (nível de armazenagem)
INTERFACE TERRESTRE			
ocupação= 0.50 fluxo de carga= 8500.0 (ton/dia)		4	180 (t. médio espera para o atendimento - min.)
ESTACIONAMENTO DE CAMINHÕES	X	1	2 (fila média de veículos)
nível de serviço global calculado	-	8.0 dias	
nível de serviço global tolerado (tempo médio de permanência da carga no terminal)	-	10.0 dias	
		não há violação	
Conclusões: Não houve violação de níveis de serviço. O terminal é capaz de atender, com folga, a demanda prevista aos níveis de serviço impostos.			

tabela 6 - Resultados da aplicação do modelo FILA ao Terminal de Granel Sólido

COMPONENTES DO TERMINAL	VIOLAÇÃO (sim ou não)	NÍVEIS DE SERVIÇO calculado (fornecido)	
BAIA DE ESPERA	X	1	20 (fila média de navios)
BERÇOS DE ATRACAÇÃO			
ocupação= 0.31 fluxo de carga= 2400.0 (ton/dia)	X	1.6	6 (t. médio espera para atracar - horas)
ARMAZENAGEM (ton)	X	310000	216000 (nível de armazenagem)
INTERFACE TERRESTRE			
ocupação= 0.35 fluxo de carga= 3500.0 (ton/dia)		20	360 (t. médio espera para o atendimento - min.)
ESTACIONAMENTO DE COMBOIOS	X	2	2 (fila média de veículos)
nível de serviço global calculado	-	8.0 dias	
nível de serviço global tolerado (tempo médio de permanência da carga no terminal)	-	14.0 dias	
		não há violação	

Conclusões: Não houve violação de níveis de serviço. O terminal é capaz de atender, com folga, a demanda prevista aos níveis de serviço impostos.

tabela 7 - Resultados da aplicação do modelo FILA ao Terminal de Fertilizantes

COMPONENTES DO TERMINAL	VIOLAÇÃO (sim ou não)	NÍVEIS DE SERVIÇO calculado fornecido	
BAIA DE ESPERA	X	1	20 (fila média de navios)
BERÇOS DE ATRACAÇÃO			
ocupação= 0.60 fluxo de carga= 5000.0 (ton/dia)	X	0.60	4 (t. médio espera para atracar - horas)
ARMAZENAGEM (ton)	X	110000	250000 (nível de armazenagem)
INTERFACE TERRESTRE			
ocupação= 0.62 fluxo de carga= 6100.0 (ton/dia)		10	240 (t. médio espera para o atendimento - min.)
ESTACIONAMENTO DE COMBOIOS	X	1	2 (fila média de veículos)
nível de serviço global calculado	-	9.0	dias
nível de serviço global tolerado (tempo médio de permanência da carga no terminal)	-	11.0	dias
		não há violação	

Conclusões: Não houve violação de níveis de serviço.
O terminal é capaz de atender, com folga, a demanda prevista aos níveis de serviço impostos.

tabela 8 - Resultados da aplicação do modelo FILA ao Terminal de Minérios

COMPONENTES DO TERMINAL	VIOLAÇÃO (sim ou não)	NÍVEIS DE SERVIÇO	
		calculado	fornecido
BAIA DE ESPERA	X	1	20 (fila média de navios)
BERÇOS DE ATRACAÇÃO			
ocupação= 0.42 fluxo de carga= 18200.0 (ton/dia)	X	1	6 (t. médio espera para atracar - horas)
ARMAZENAGEM (ton)	X	310000	470000 (nível de armazenagem)
nível de serviço global calculado	-	12.0 dias	
nível de serviço global tolerado (tempo médio de permanência da carga no terminal)	-	15.0 dias	
		não há violação	

Conclusões: Não houve violação de níveis de serviço.
O terminal é capaz de atender, com folga, a demanda prevista aos níveis de serviço impostos.

tabela 7 - Resultados da aplicação do modelo FILA ao Terminal de Granel Líquido

Nestes casos, o modelo FILA poderia ser aplicado para a determinação da capacidade do terminal, bastando que a demanda de carga imposta fosse aumentada, ou seja, que a taxa de veículos, sejam embarcações, caminhões ou comboios, fosse incrementada, até que algum dos níveis de serviço, setoriais ou global fosse atingido. Nesse ponto, a demanda aumentada e que foi movimentada representaria a capacidade associada ao nível de serviço, condicionada a um componente do terminal ou ao nível de serviço global.

Como exemplo, foi aplicado ao terminal de Granel Sólido uma taxa de chesadas de navios e comboios ferroviários maior que a levantada junto à administração portuária. São elas:

taxa de chesada de navios: 2.03 navios/dia

taxa de chegada de comboios: 5.10 comboios/dia

A tabela 10 mostra os resultados, onde o nível de serviço do componente berços de atracação foi atingido, confirmando a capacidade associada ao nível de serviço desse terminal em 12500.0 toneladas/dia, indicando também até quanto o volume de embarcações que chegam a este terminal pode crescer sem que sejam violadas as condições operacionais configuradas no nível de serviço do componente.

Uma aplicação similar pode ser feita aos terminais cuja análise indicou violação do nível de serviço de algum componente ou global. Neste caso, a taxa de atendimento do componente que violou o nível de serviço deve ser incrementada ou até mesmo o número de postos de atendimento desse componente deveria ser aumentada, para que o nível de serviço calculado diminuísse e atingisse o valor pré-fixado, determinando a capacidade associada.

COMPONENTES DO TERMINAL	VIOLAÇÃO (sim ou não)	NÍVEIS DE SERVIÇO calculado	fornecido
BAIA DE ESPERA	X	6	20 (fila média de navios)
BERÇOS DE ATRACAÇÃO			
ocupação= 0.93 fluxo de carga= 12500.0 (ton/dia)	X	6	6 (t. médio espera para atracar - horas)
ARMAZENAGEM (ton)	X	1500000	800000 (nível de armazenagem)
INTÉRFACE TERRESTRE			
ocupação= 0.85 fluxo de carga= 13000.0 (ton/dia)		120	180 (t. médio espera para o atendimento - min.)
ESTACIONAMENTO DE COMBOIOS	X	2	2 (fila média de veículos)
nível de serviço global calculado	-	9.5 dias	
nível de serviço global tolerado	-	10.0 dias	
(tempo médio de permanência da carga no terminal)			há violação

Conclusões: A capacidade do terminal de Granel Sólido associada a níveis de serviço foi determinada e está condicionada pelo componente berços de atracação, onde o nível de serviço calculado e o nível de serviço fornecido são iguais. Dessa forma, a capacidade desse terminal é igual ao fluxo calculado nesse componente: CAPAC = 12500.0

tabela 10 - Determinação da capacidade do sistema porto com o emprego do modelo FILA

CAPÍTULO V - MODELO GPSS

V.1 - INTRODUÇÃO

O modelo GPSS possibilita a análise da capacidade dos terminais portuários associada a níveis de serviço, empregando técnicas de simulação, notadamente a linguagem GPSS - General Purpose System Simulation.

Para cada um dos terminais em análise, foi elaborado um modelo de simulação independente, pois devido ao grau de refino dado à modelagem das operações dos subsistemas portuários, uma única modelagem que abrangesse todos os terminais fatalmente ultrapassaria a capacidade limite de comandos e transações admissíveis pelo programa GPSS.

Neste capítulo é mostrada inicialmente a linha geral de modelagem aplicada a cada um dos seis tipos de terminais portuários considerados neste trabalho, seguindo-se algumas considerações específicas. Ao final deste capítulo são testados, validados e aplicados os modelos.

Convém ressaltar que será usada, neste capítulo, uma terminologia própria que caracteriza a linguagem GPSS e o leitor que não estiver habituado deverá se reportar ao anexo B onde uma sucinta descrição dos principais blocos GPSS é mostrada.

V.2 - ESTRUTURA BÁSICA DOS MODELOS

As figuras 19 a 22 mostram os fluxogramas dos modelos propostos para cada terminal.

V.2.1 - GERAÇÃO DA CHEGADA DE NAVIOS E OCUPAÇÃO DE BERÇOS

Na simulação usando-se o "Pack GPSS", o navio é representado por um elemento denominado transação-navio, constituído de parâmetros matemáticos que guardam informações do "caminhamento" da transação ao longo dos blocos que constituem o modelo. Esses parâmetros são modificados via um comando "ASSIGN". A transação-navio é criada através de um comando "GENERATE", que aplicando uma das funções declaradas, gera transações no sistema com determinado intervalo de tempo. A função usada nos modelos é EXPONENCIAL devido às aderências efetuadas e mostradas no capítulo III. Contudo a linguagem GPSS admite que seja usada qualquer função.

A transação no modelo inicia seu "trajeto" entre os

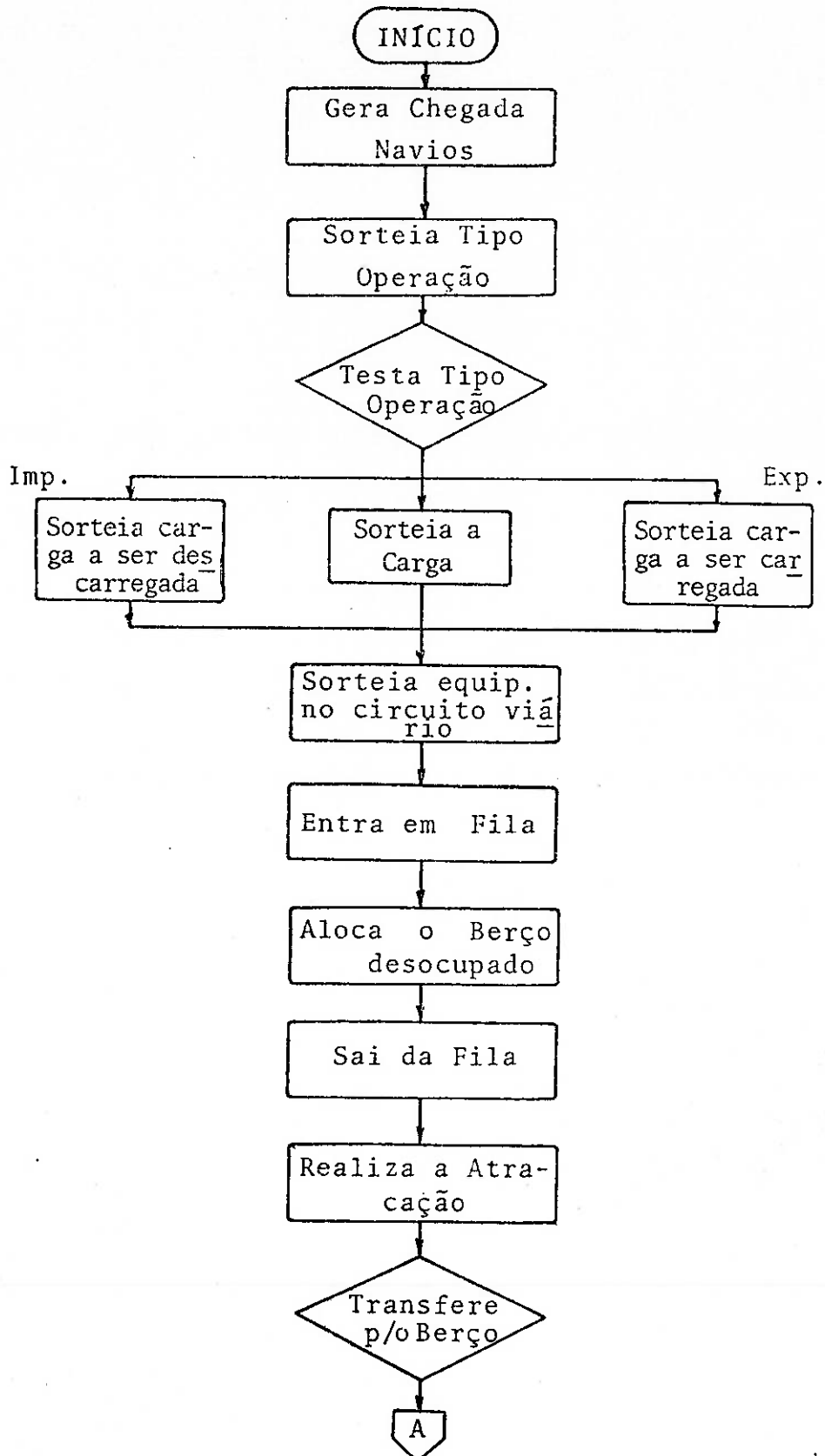


Figura 19 - Fluxograma do modelo GPSS para o Terminal de Carga Geral e o Terminal de Contêineres.

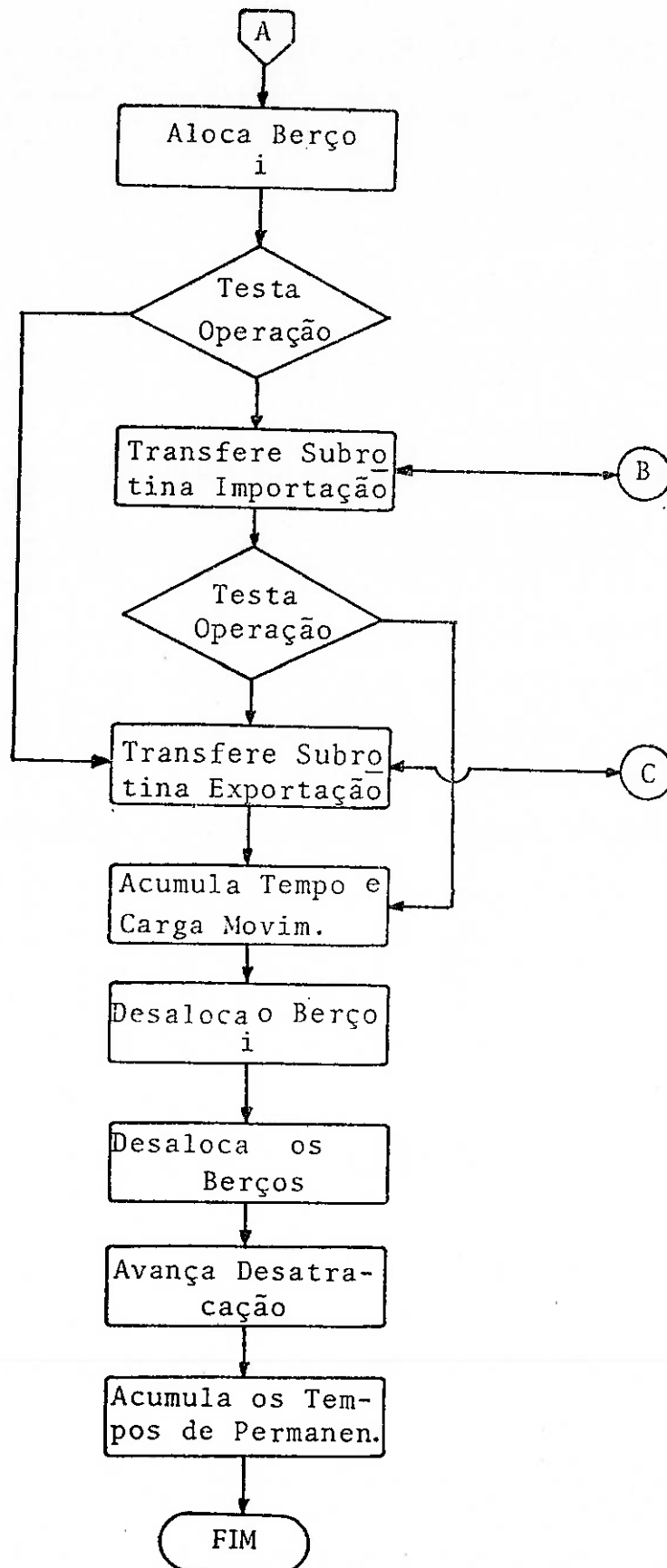


Figura 19 - Fluxograma do modelo GPSS para o Terminal de Carga Geral e o Terminal de Contêineres (continuação).

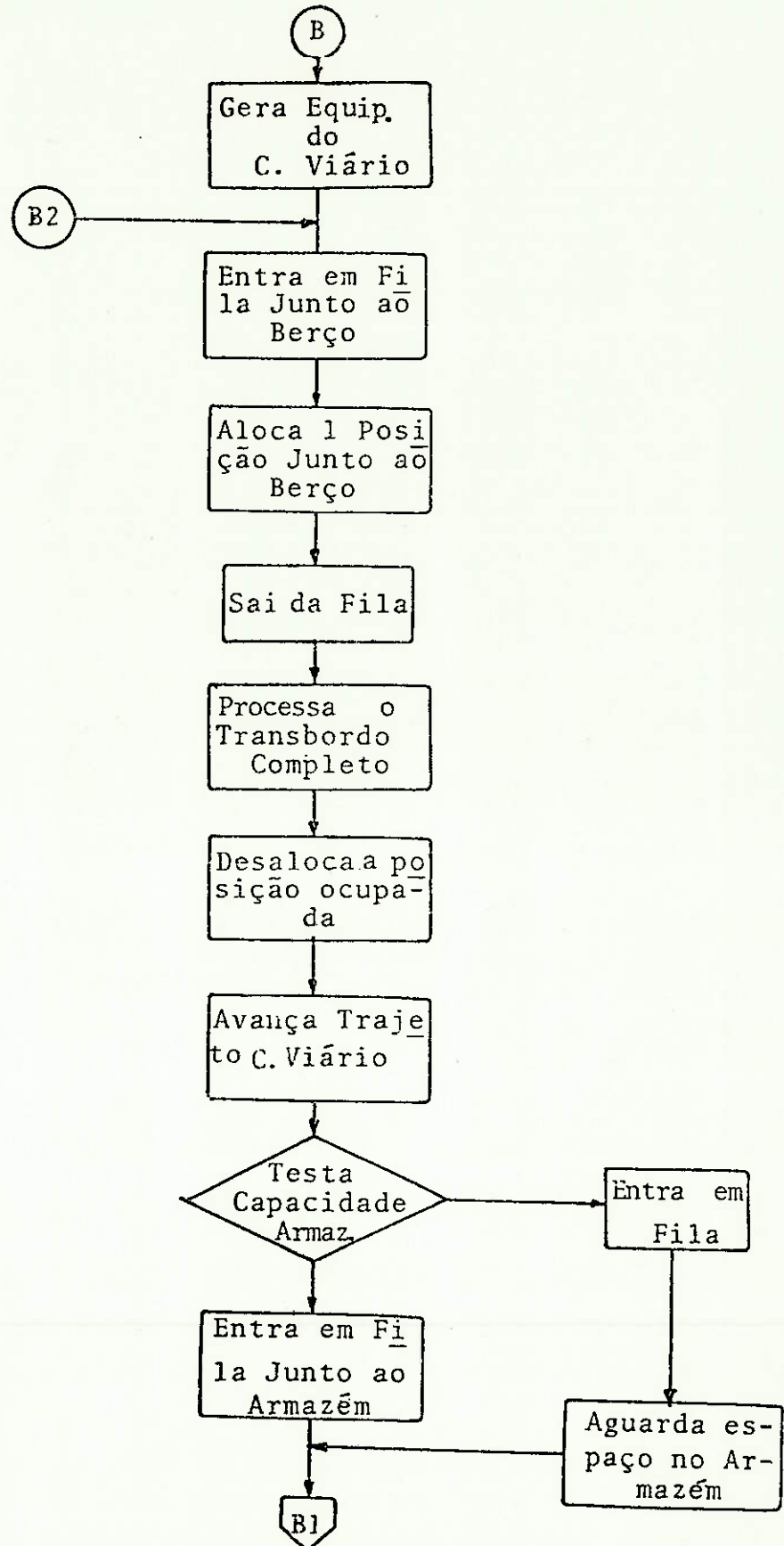


Figura 19 - Fluxograma do modelo GPSS para o Terminal de Carga Geral e o Terminal de Contêineres (continuação).

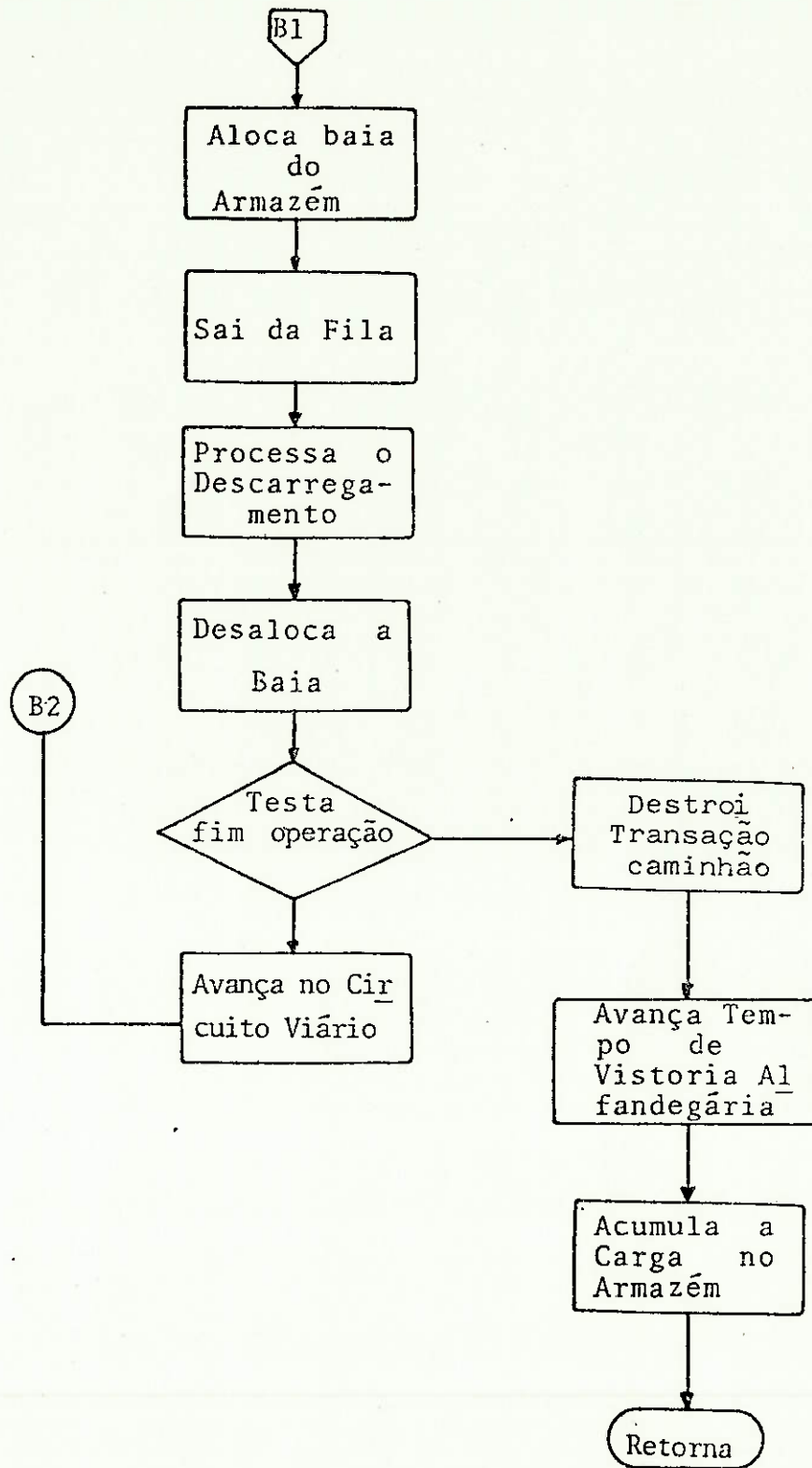


Figura 19 - Fluxograma do modelo GPSS para o Terminal de Carga Geral e o Terminal de Contêineres. (continuação).

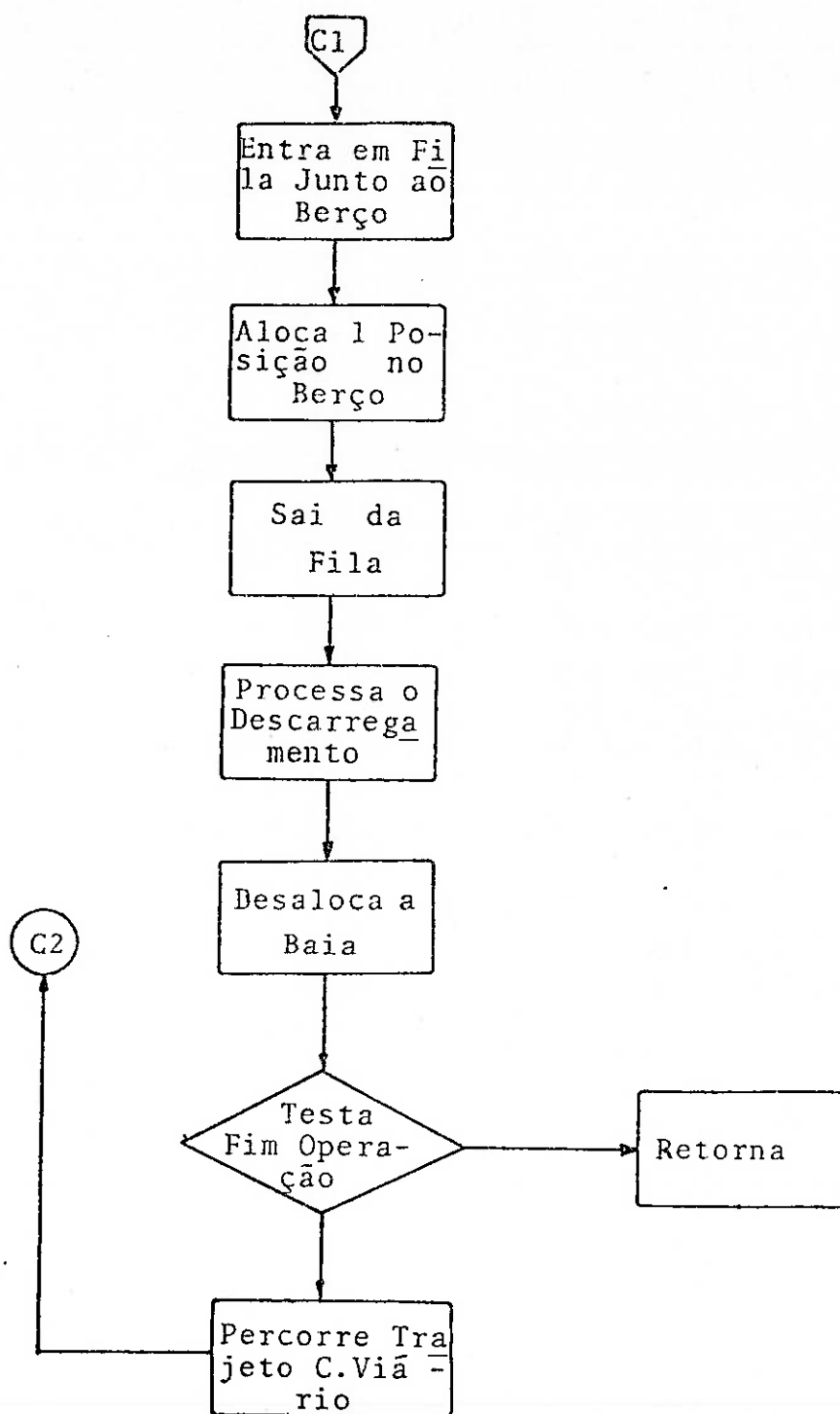


Figura 19 - Fluxograma do modelo GPSS para o Terminal de Carga Geral e o Terminal de Contêineres (continuação).

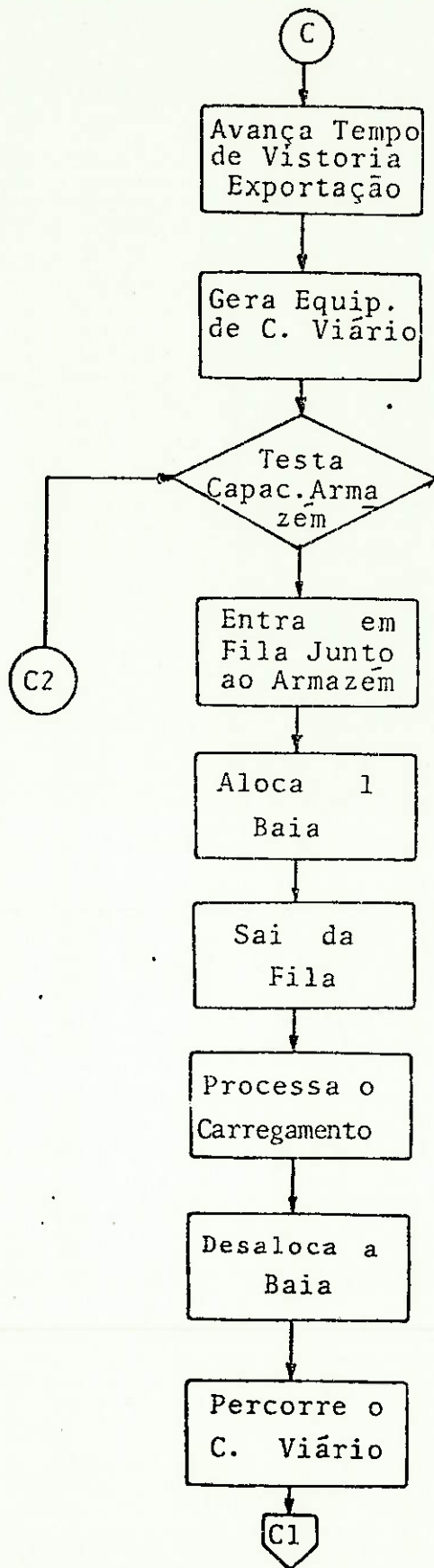


Figura 19 - Fluxograma do modelo GPSS para o Terminal de Carga Geral e o Terminal de Contêineres (continuação).

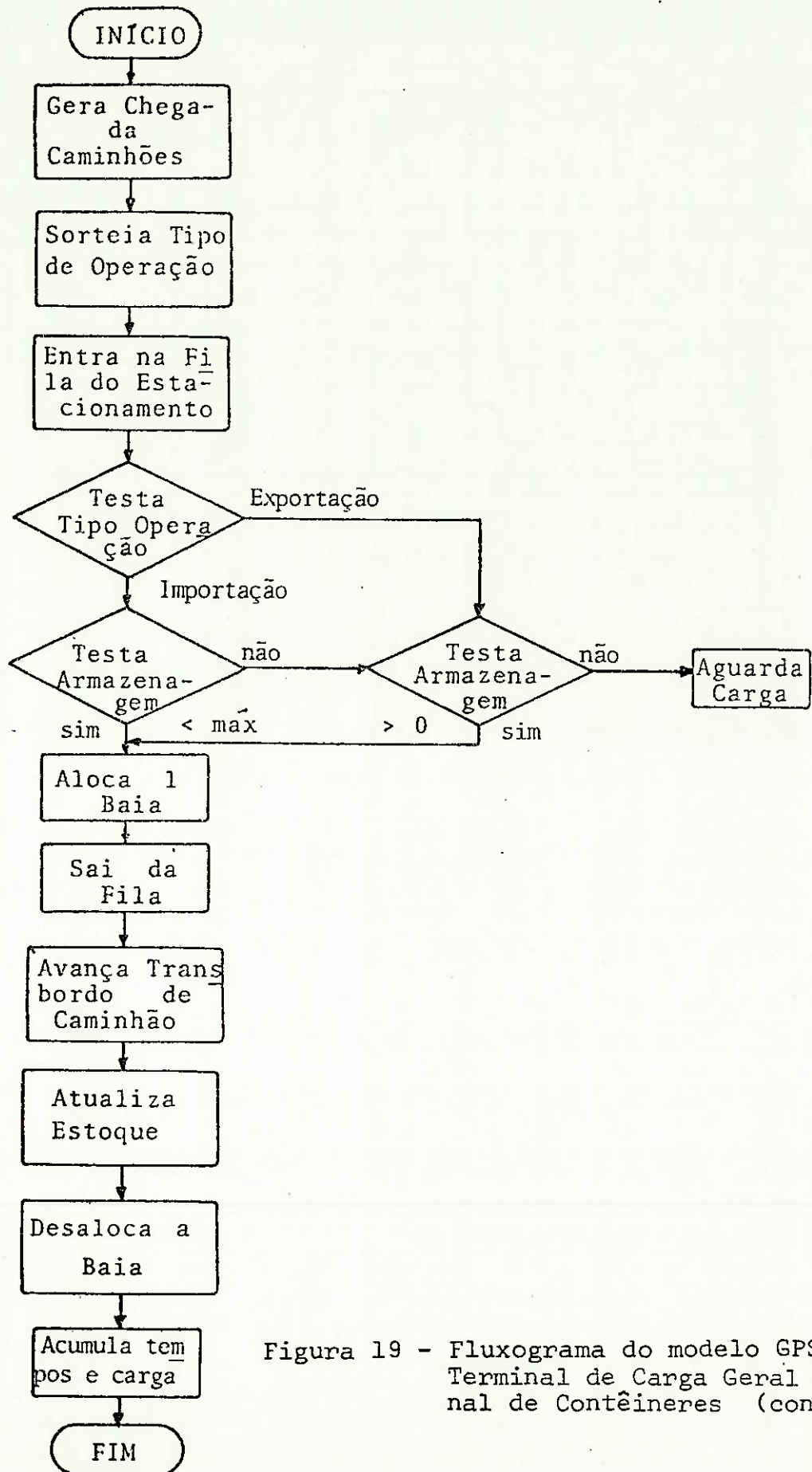


Figura 19 - Fluxograma do modelo GPSS para o Terminal de Carga Geral e o Terminal de Contêineres (continuação).

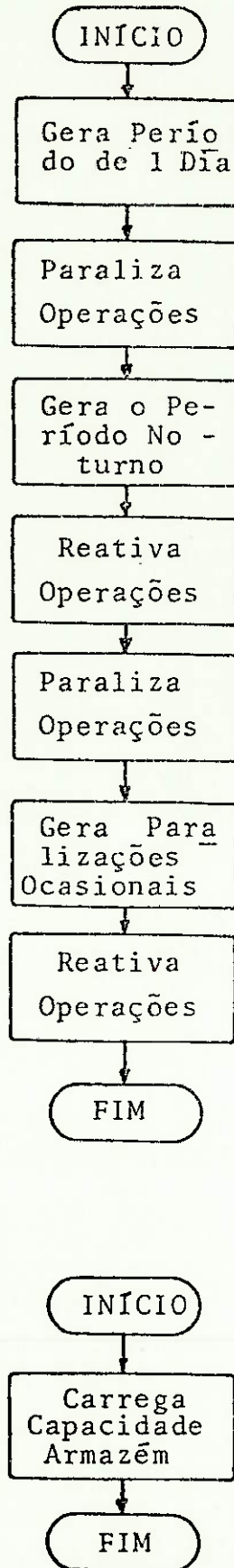


Figura 19- Fluxograma do modelo GPSS para o Terminal de Carga Geral e o Terminal de Contêineres (continuação).

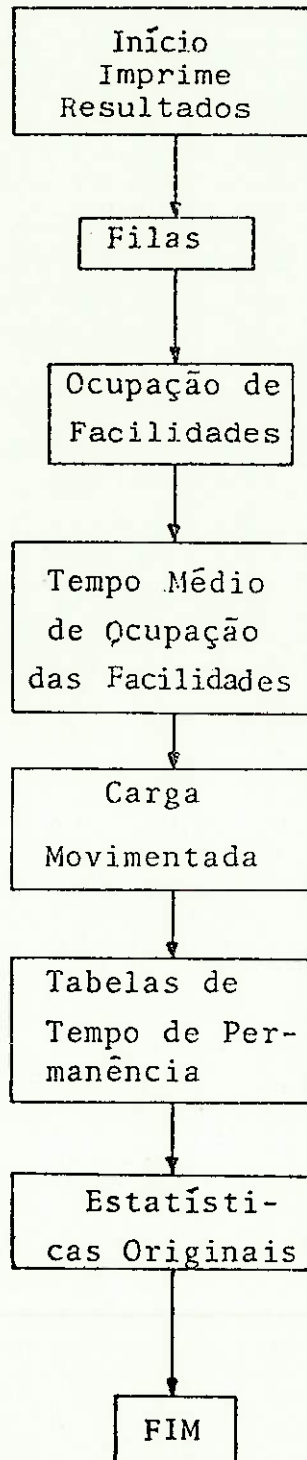


Figura 19 - Fluxograma do modelo GPSS para o Terminal de Carga Geral e o Terminal de Contêineres (continuação).



figura 20 - Fluxograma do modelo GPSS para o Terminal de Fertilizante e o Terminal de Minérios.

SUBROTINA TRANSBORDO

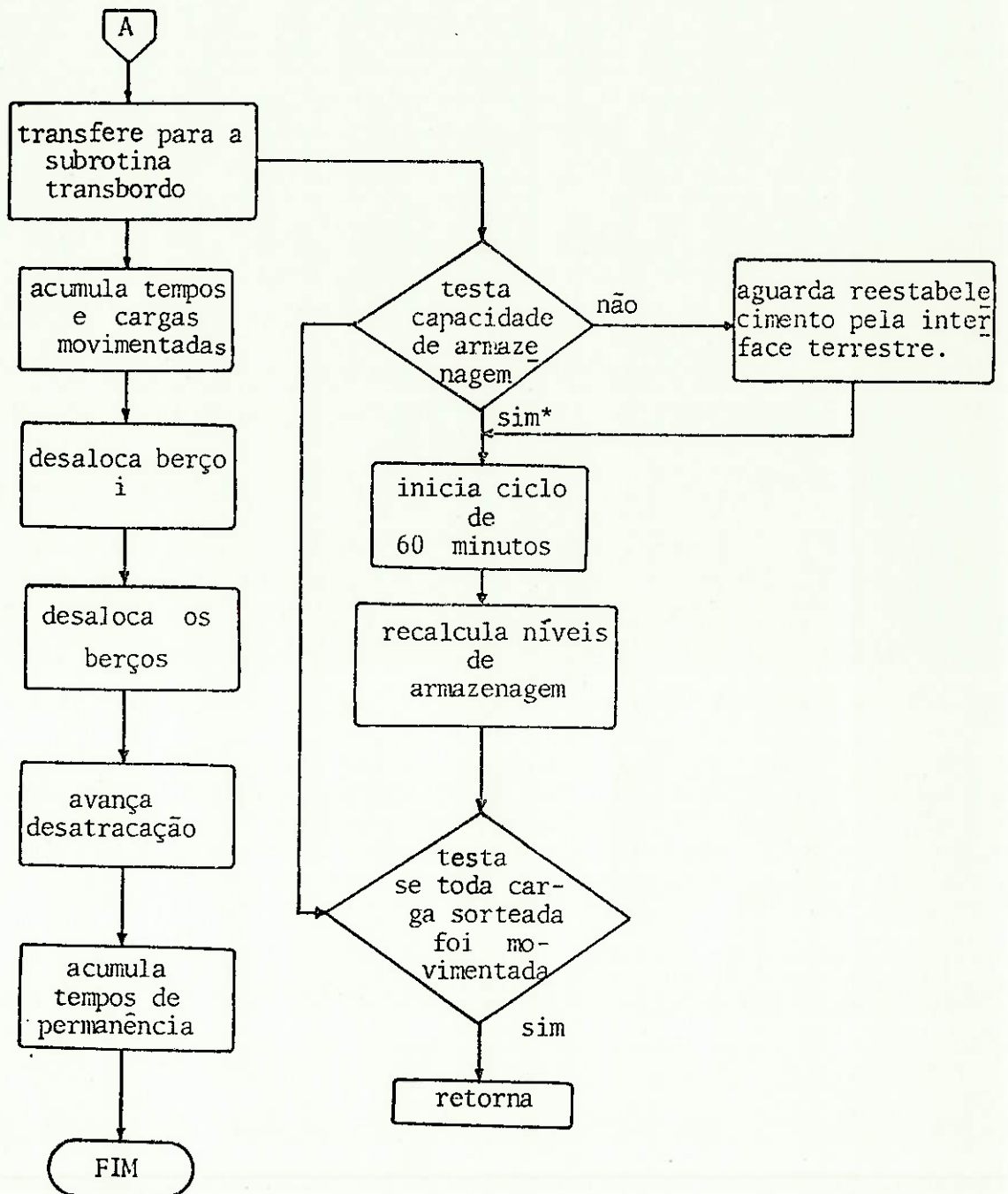


Figura 20 - Fluxograma do modelo GPSS para o Terminal de Fertilizante e para o Terminal de Minérios (continuação).

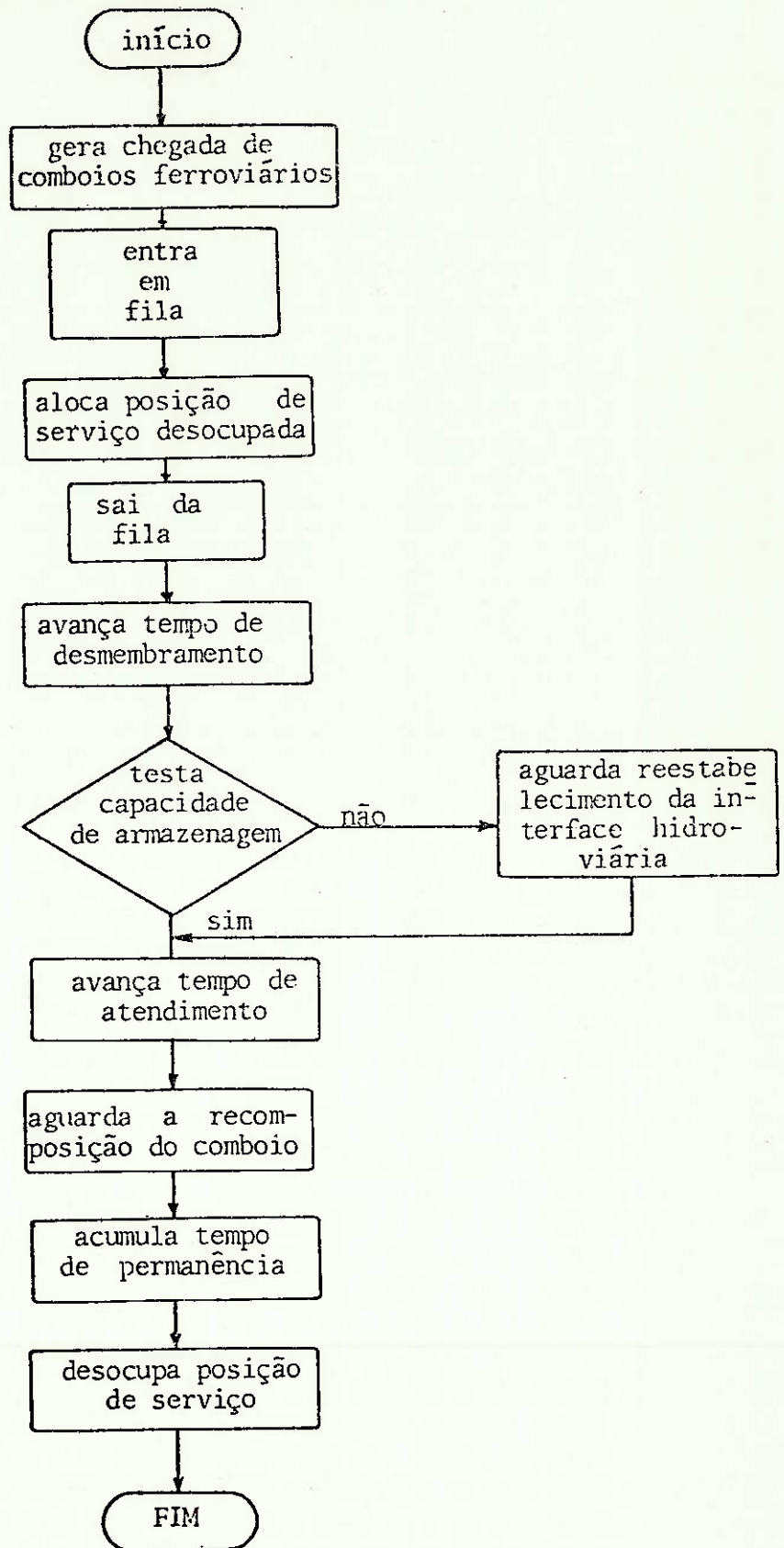
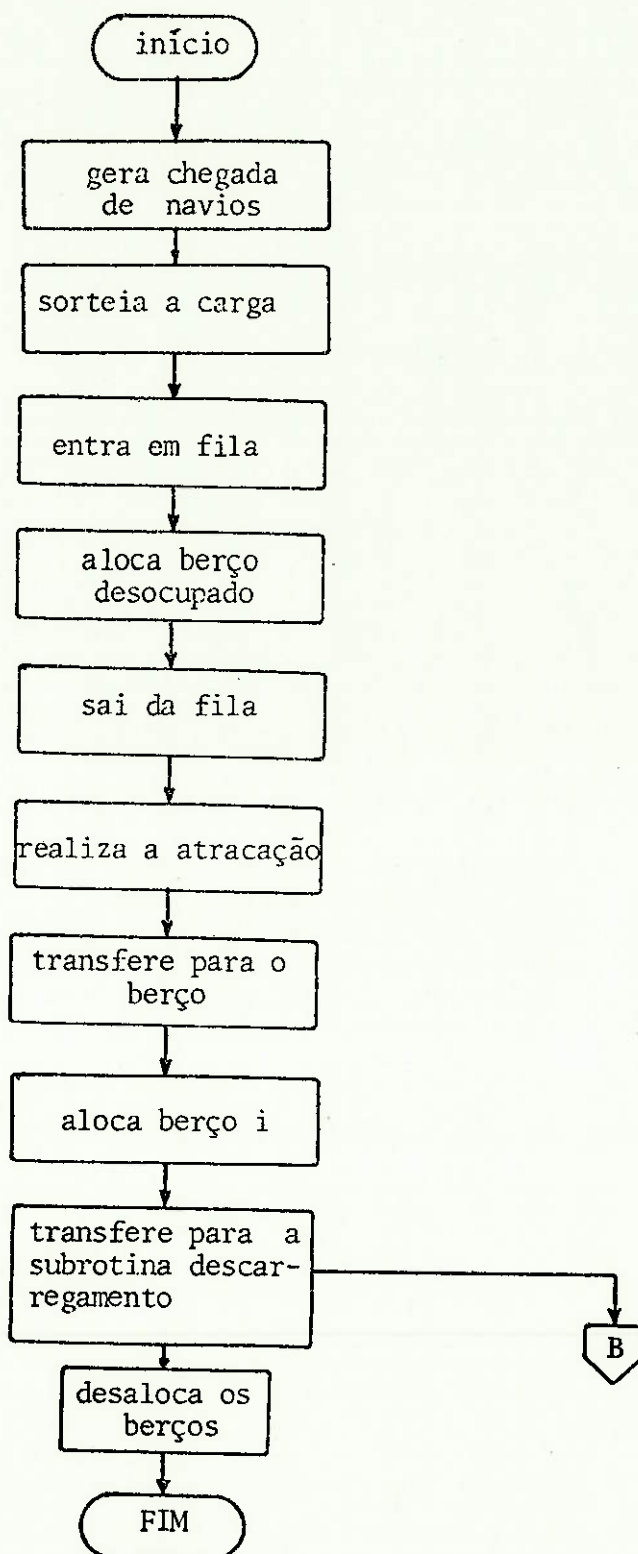


Figura 20 - Fluxograma do modelo GPSS para o Terminal de Fertilizante e o Terminal de Minérios (continuação).



- figura 21 - Fluxograma do modelo GPSS para o Terminal de Granel Sólido.

SUBROTINA DESCARREGAMENTO

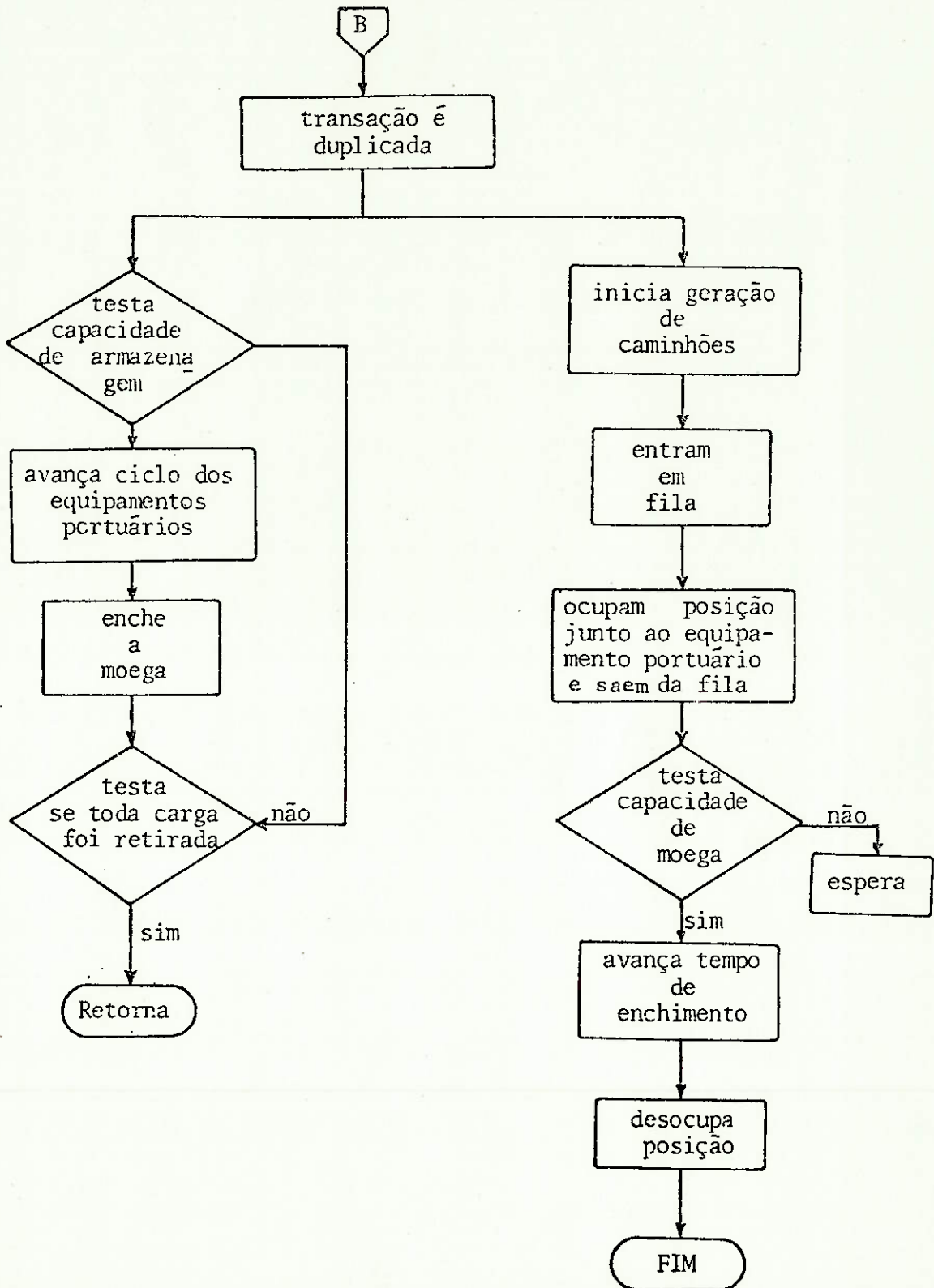


Figura 21 - Fluxograma do modelo GPSS para o Terminal de Granel Sólido (grãos) (continuação).

- Programa Principal e Subrotina Transbordo, Similares aos Terminais de Fertilizantes e Minérios.

SUBROTINA INTERFACE TERRESTRE

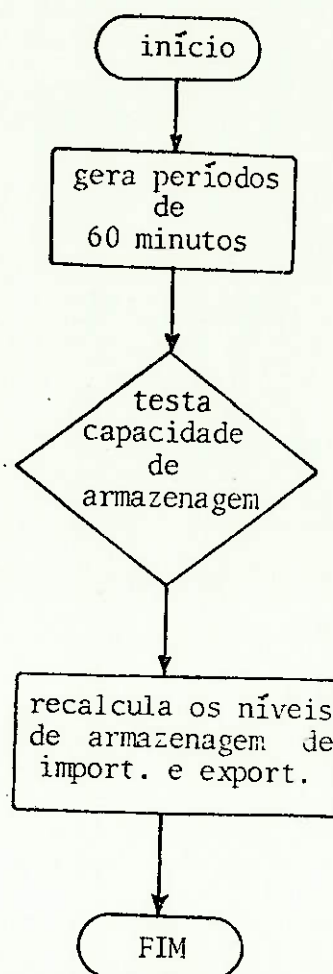


Figura 22 - Fluxograma do modelo GPSS para o Terminal de Granel Líquido.

blocos da seguinte forma:

- a) É GERADA pelo comando "GENERATE".
- a) SORTEIA, através de uma função, o tipo de operação que a transação vai executar: Exportação, Importação ou ambas, acumulando num parâmetro os números 0, 1 ou 2 respectivamente.
- b) SORTEIA a carga que irá movimentar, de acordo com o tipo de operação e acumula num parâmetro.
- c) ENTRA na Fila específica representativa do terminal, ocupando o comando "QUEUE".
- d) EFETUA um Teste Lógico, verificando se há berço disponível entre os declarados no "SAVEVALUE", no início da simulação. Caso positivo, a transação é transferida via comando "TRANSFER" para o primeiro berço desocupado, saindo da Fila, ou seja, acionando o comando "DEPART". Caso negativo, a transação permanece no comando do teste lógico até que este libere a transação, ou seja, até que um berço seja desocupado.
- e) OCUPA um berço e para tanto a transação opera dois comandos: "SEIZE" e "ENTER". No primeiro, a transação reserva um determinado berço, associado a um número, até que todas as operações representativas da movimentação de carga sejam cumpridas. Uma vez ocupado um comando "SEIZE", nenhuma outra transação tem acesso ao mesmo, a não ser por comandos específicos, que não são usados no modelo. O comando "ENTER", ocupado simultaneamente pela transação, representa o conjunto de berços existentes e visa calcular a ocupação global do terminal.

V.2.2 - OPERAÇÃO DOS NAVIOS E ARMAZENAGEM

Uma vez o berço ocupado pela transação-navio, esta avançará no tempo da simulação um valor correspondente à operação de atracação e outro correspondente à vistoria preliminar da Alfândega e Saúde. Durante esse tempo a transação não percorre outros blocos do programa, permanecendo no bloco "ADVANCE" que comandou o sorteio desses tempos. Usou-se na modelagem funções uniformes para estas operações, devido aos dados coletados.

Completado o tempo anterior, a Transação-Navio pode percorrer os blocos que representam o transbordo de cargas. Se ambas as operações forem executadas, Importação (descarregamento) e Exportação (carregamento), sempre se procederá inicialmente à primeira, como é de costume nos portos visitados.

O esquema completo de Transbordo de cargas será mostrado adiante na descrição dos modelos dos terminais.

Em geral, o transbordo se processa tomando por base avanços de intervalos de tempo pelo comando "ADVANCE" em que determinada quantidade de carga é movimentada. Se a operação for de Importação, essa carga passa por um teste numérico que verifica se a capacidade máxima de armazenagem não será ultrapassada. Se for ultrapassada a operação é interrompida, aguardando-se que o fluxo de saída de cargas via Interface Terrestre reestabeleça o nível de armazenagem. Havendo espaço para essa quantidade de carga, esta é armazenada, ou seja, ocupa uma quantidade do "STORAGE" armazém dando entrada no comando "ENTER".

A operação de Exportação se processa de maneira inversa.

Nota-se portanto que o sequenciamento em série das operações portuárias reais é representado pelo modelo GPSS, onde a interrupção de uma delas, levará à conseqüente paralisação das demais.

A operação de transbordo da Transação-Navio é completada quando, após o avanço de vários ciclos de movimentação, a carga retirada ou carresada isular a carga sorteada inicialmente. Nesse instante da simulação a Transação-Navio libera o berço ocupado através dos comandos "RELEASE" e "LEAVE" e procede ao avanço do tempo de desatracação, sendo retirado do modelo pelo comando "TERMINATE".

V.2.3 - INTERFACE TERRESTRE

Na interface terrestre estão presentes veículos tipo caminhão e comboio ferroviário. A geração dessas transações veículos e a ocupação de baias e sares se dá como descrito no item IV.2.2 com as seguintes modificações:

- a) As cargas dos veículos são tomadas como fixas e declaradas inicialmente.
- b) Existem filas diferenciadas para veículos cheios e vazios.

A operação da transação veículo considera a movimentação dos veículos até as baias ou sares e tempo de operação, segundo funções levantadas nos portos, usando-se para tanto comandos "ADVANCE". Findo os tempos de operação as transações veículos deixam as posições ocupadas através dos comandos "RELEASE" e "LEAVE".

Os níveis de armazenagem também são checados durante a operação de carga e descarga dos veículos e caso haja violação de nível máximo de armazenagem no descarregamento ou de nível mínimo no carregamento, as operações são interrompidas.

V.2.4 - PARALISAÇÕES OCASIONAIS E PROGRAMADAS DAS OPERAÇÕES PORTUÁRIAS

Utilizando os comandos "FUNAVAIL" e "SUNAVAIL" foi possível agregar-se na modelagem o efeito de paralisações ocasionais, tipo chuvas e quebras de equipamentos, e as paralisações programadas, tipo período de almoço e período noturno.

Os tempos e distribuições de paralisações ocasionais foram levantadas nas administrações portuárias e incluídas no modelo sob forma de funções.

V.2.5 - PERÍODO TRANSITÓRIO

Em toda simulação existe um período inicial em que o sistema começa a operar num regime transitório, até que suas estatísticas atinjam valores de equilíbrio, representando o regime permanente, se este existir.

Os resultados importantes para a análise do sistema porto por este modelo, devem considerar o regime permanente desta simulação, sendo que o período transitório representa tão somente gasto adicional de tempo de computador.

Para a diminuição do tempo de regime transitório foi incluída uma subrotina na modelagem que no tempo zero da simulação inicia os estoques dos armazéns com o valor médio usualmente observado de sua capacidade. Com isso o regime permanente foi atingido rapidamente, como mostra a figura 23.

V.2.6 - ENTRADAS DA SIMULAÇÃO

Ao contrário do que se verifica em outras linguagens de computador existentes, onde os dados de entrada são lidos à parte do programa, na linguagem GPSS os dados devem ser declarados em um conjunto de blocos antes do programa principal.

Esses blocos, chamados de declaração são:

- "FUNCTION" : Funções de biblioteca ou discretizadas, que contém as distribuições de tempo de operações, intervalos de chegadas e outras característi-

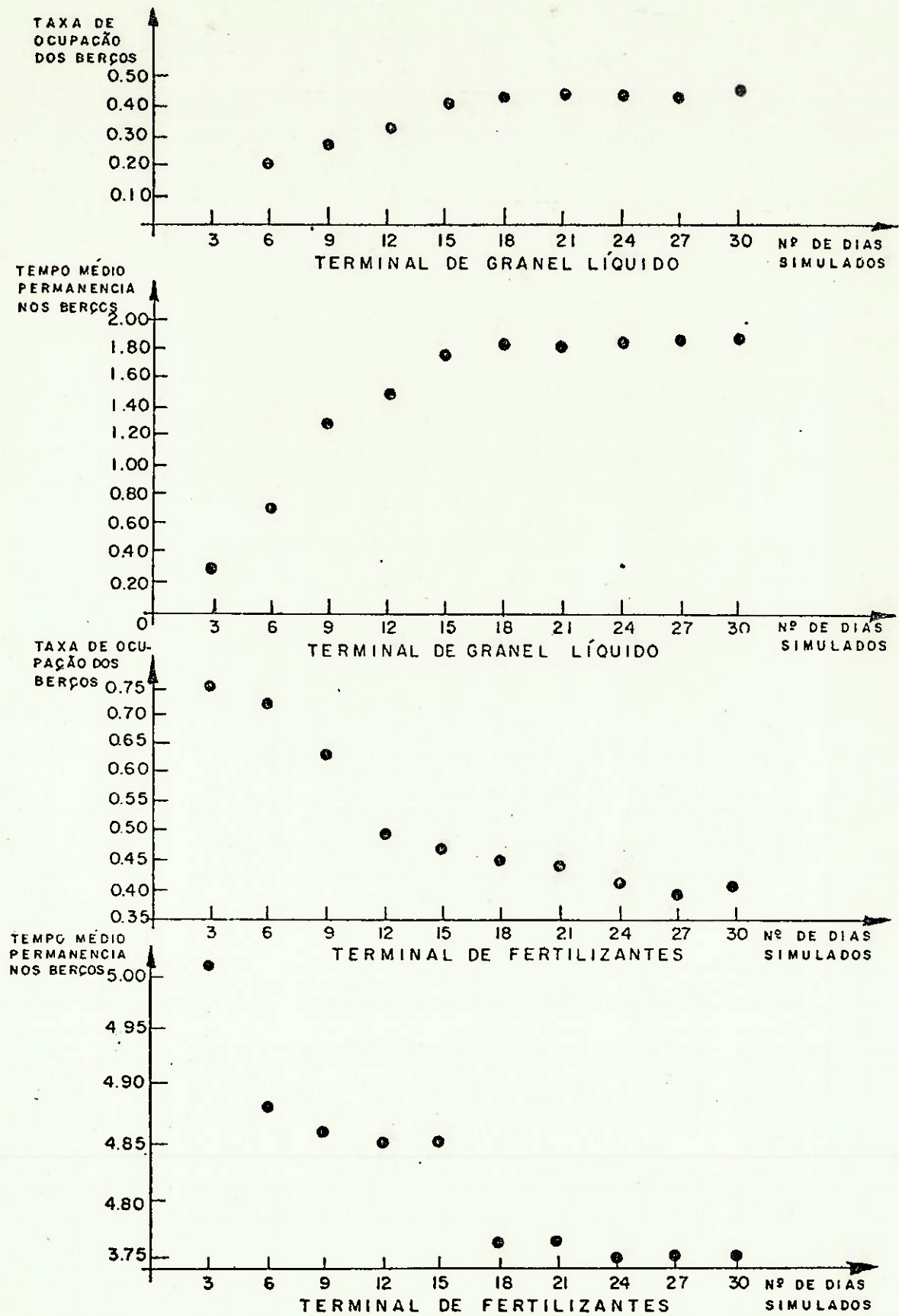


Fig. 23 - Representação Gráfica do Período Transitório Simulado pelo Modelo GPSS.

cas.

- "INITIAL" : Inícios numéricos dos comandos "savevalues" que podem conter, médias das distribuições de probabilidade aderidas, número de berços, número de equipamentos e etc..
- "TABLES" : Declaram as características das tabelas que serão elaboradas pelo programa, visando o cálculo de estatísticas.
- "STORAGES" : Iniciam a capacidade máxima das unidades de armazenamento, ou prestadoras de serviço, tais como nº de berços existentes, nº de baias ou gares ferroviárias e etc..
- "VARIABLES" : Declaram expressões matemáticas que conjuguem funções, "storages", "initial" e estatísticas da simulação visando agilizar partes do programa.

V.2.7 - ESTATÍSTICAS AVALIADAS E RESULTADOS IMPRESSOS

A modelagem por GPSS calcula estatísticas importantes para a análise da capacidade portuária associada a níveis de serviço, representados nos seguintes resultados impressos pelo programa:

- a - número máximo, número médio e tempo de espera na fila de navios e na fila de caminhões da interface terrestres ou no circuito viário interno ao porto, permitindo que sejam avaliados três níveis de serviço setoriais do subsistema de chesada de navios, do subsistema de recepção e do despacho de cargas terrestre.
- b - tempo médio de ocupação dos veículos simulados na operação dos subsistemas portuários, determinando-se taxas de ocupação, tempo médio de atendimento dos veículos e o tempo médio de permanência da carga no terminal.
- c - Tonelagem máxima e média estocada bem como o tempo médio de permanência em estoque, fornecendo assim os níveis de serviço setoriais da armazenagem.
- d - distribuição do tempo de vistoria alfandegária, configurando-se o nível de serviço para os terminais de Carga Geral e Contêineres.

Ocorre, porém, que as comparações entre os níveis de serviço calculados pelo modelo e os níveis de serviço admissíveis deverão ser feitos à margem da aplicação do programa, pois devido à estanqueidade do mesmo, não é permitido que se inclua trechos opcionais de programa em FORTRAN, de tal forma

que as comparações desses níveis de serviço, bem como o cálculo das capacidades setoriais de cada subsistema seja feita e impressa pelo programa.

O cálculo dessas capacidades e a elaboração das comparações entre níveis de serviço, não se trata de um trabalho difícil e para tanto são aplicadas as formulações mencionadas no modelo fila.

V.3 - ASPECTOS ESPECÍFICOS DOS TERMINAIS CONSIDERADOS

Neste ítem serão mostradas algumas características específicas dos terminais portuários considerados.

V.3.1 - TERMINAIS DE CARGA GERAL E CONTÊINERES

Ambos os terminais têm características comuns, apresentando dois componentes portuários a mais que os outros terminais. São eles: Circuito Viário e Alfândega.

A carga movimentada pelo Terminal de Carga Geral é medida em toneladas e pelo Terminal de Contêineres é medida em T.E.U., sendo esta a única diferença significativa entre ambos.

O circuito viário é modelado tendo em vista um sorteio prévio do número de porões do navio que serão operados, podendo variar de 1 a 3. Conhecido esse número, é sorteado o número de veículos terrestres que operarão no circuito cais-armazém. O número de veículos sorteado nunca será menor que o número de porões em operação. Conhecido o tempo de ciclo dos equipamentos portuários que operam junto ao navio, a simulação inicia o ciclo de carga ou descarga, verificando se no primeiro caso existe caminhão cheio junto ao berço para ser operado e no segundo caso se existe caminhão para receber a carga do navio. Os caminhões que são servidos permanecem em fila junto ao cais ou junto ao armazém, além de percorrerem com certa distribuição de tempo o circuito berço-armazém.

No armazém, cujo número de baias de atendimento é fixado pelo usuário, existe o serviço dispensado ao caminhão e a checagem do nível de armazenagem. Terminada a operação de carregamento ou descarregamento do navio, as transações caminhões são eliminadas.

A operação alfandegária é modelada tendo em vista o total de carga a ser movimentada. Em função disto é sorteado um tempo de vistoria segundo uma distribuição fornecida, procedendo-se a um avanço de tempo, sendo que somente findo

este prazo a carga estará disponível para a operação de embarque no navio (exportação) ou despacho para o usuário (importação).

O modelo GPSS, para esses terminais, simula a fila fechada formada por caminhões entre os berços e o armazém, sendo esta uma sofisticação importante pois fornece uma visão da operação real, sua dependência e influência sobre os outros componentes a que esta ligada.

Os demais componentes portuários são simulados de acordo com o descrito no item V.2.

V.3.2 - TERMINAIS DE MINÉRIO E FERTILIZANTES

Considera-se que estes terminais tenham um certo número de berços de atracação cuja operação de carreamento (carvão) e descarregamento (fertilizantes), seja toda por via de esteiras, ligando diretamente a área de armazenagem aos berços de atracação. A interface terrestre é simulada através da operação de comboios ferroviários. A modelagem foi descrita no item V.2.

V.3.3 - TERMINAL DE GRANEL SÓLIDO

A modelagem do Terminal de Granel Sólido foi dividida em duas partes. A primeira que possui a simulação idêntica aos Terminais de Minério e Fertilizantes e a segunda, de grande importância, representada pela descarga direta do granel em caminhões e comboios ferroviários, sem passar pelo componente armazenagem.

Na segunda alternativa de movimentação de granéis importados, a partir do conhecimento do ciclo dos descarregadores, das capacidades das moesas, da distribuição de chegada dos veículos terrestres e suas capacidades, o modelo simula a operação da seguinte forma:

- avança o ciclo do equipamento portuário.
- verifica se a moesa está cheia. Se estiver, paraliza a operação.
- carrega a moesa.
- a transação veículo entra em fila.
- verifica se existe carga na moesa para carregar o veículo. Se não existir, paraliza a operação.
- descarrega a moesa.

-o veículo carregado desocupa a vaga sob a moega.

V.3.4 - TERMINAL DE GRANEL LÍQUIDO

O Terminal de Granel Líquido é modelado de maneira similar aos Terminais de Minério e Fertilizantes, excetuando-se pela interface terrestre onde não aparecem os componentes de recepção e despacho terrestre e pátio de estacionamento. Isso é explicável devido a ligação direta, via oleodutos, que existe entre as refinarias e os terminais dessa categoria.

A modelagem considera essa ligação como uma subrotina reguladora de vazões, que em intervalos discretos de tempo, geralmente 60 minutos, acrescenta ou decremente a carga existente nos tanques do terminal, de acordo com funções de distribuições fornecidas.

V.4 - VALIDAÇÃO E APLICAÇÃO DOS MODELOS DE SIMULAÇÃO

Seguindo os mesmos passos descritos no item IV.2.4, os modelos de simulação são validados.

A seguir são mostradas nas tabelas 11 a 16 os resultados da aplicação dos modelos de Fila aos Portos de Santos e Imbituba.

O conteúdo e análise das tabelas já foram descritos no item IV.2.4

V.5 - DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE DO SISTEMA PORTO ASSOCIADO A NÍVEIS DE SERVIÇO COM O USO DO MODELO GPSS

As considerações tecidas no item IV.3 valem também para o modelo GPSS e portanto podem ser feitas aplicações similares para a determinação da capacidade do terminal associada ao nível de serviço.

Como exemplo, tomou-se o Terminal de Granel Sólido cuja análise inicial mostrada na tabela 13 não apresentou violação de nível de serviço e incrementou-se a taxa de chegada de navios para 1.50 navios/dia e a taxa de chegada de comboios ferroviários para 4.50 comboios/dia. A tabela 17 apresenta o resultado dessa aplicação onde dois níveis de serviço foram atingidos, o primeiro no componente berço de atracação e o segundo no componente estacionamento de comboios. A capacidade desse terminal ficou estabelecida e vale 8500.0 ton/dia.

COMPONENTES DO TERMINAL	VIOLAÇÃO (sim ou não)	NÍVEIS DE SERVIÇO calculado (fornecido)	
BAIA DE ESPERA	X	5	20 (fila máxima de navios)
BERÇOS DE ATRACAÇÃO			
ocupação= 0.40 fluxo de carga= 9800.0 (ton/dia)	X	4	6 (t. médio espera para atracar - horas)
CIRCUITO VIÁRIO			
ocupação= 0.31 fluxo de carga= 9700.0 (ton/dia)	X	8.0	10.0 (t. médio espera para o atendimento-min.)
ARMAZENAGEM (ton)	X	630000	750000 (nível de armazenagem)
ARMAZENAGEM ALFANDEGADA			
	X	80	84 (t. médio espera para a vistoria - horas)
INTERFACE TERRESTRE			
ocupação= 0.29 fluxo de carga= 9900.0 (ton/dia)		20	30 (t. médio espera para o atendimento - min.)
ESTACIONAMENTO DE CAMINHÕES	X	10	20 (fila máxima de veículos)
nível de serviço global calculado	-	9.0 dias	
nível de serviço global tolerado	-	10.0 dias	
(tempo médio de permanência da carga no terminal)			não há violação
Conclusões: Houve violação de níveis de serviço. O terminal não é capaz de atender a demanda prevista aos níveis de serviço impostos.			

tabela 11 - Resultados da aplicação do modelo GPSS ao Terminal de Carga Geral

COMPONENTES DO TERMINAL	VIOLAÇÃO (sim ou não)	NÍVEIS DE SERVIÇO calculado / fornecido	
BAIA DE ESPERA	X	3	20 (fila máxima de navios)

BERÇOS DE ATRACAÇÃO			
ocupação= 0.49 fluxo de carga= 130 (teu/dia)	X	8.5	6 (t. médio espera para atracar - horas)

CIRCUITO VIÁRIO			
ocupação= 0.34 fluxo de carga= 130.0 (teu/dia)	X	25.0	10.0 (t. médio espera para o atendimento - min.)

ARMAZENAGEM (teu)	X	2600	9000 (nível de armazenagem)

ARMAZENAGEM ALFANDEGADA	X	75	70 (t. médio espera para a vistoria - horas)

INTERFACE TERRESTRE			
ocupação= 0.15 fluxo de carga= 124.0 (teu/dia)		10	30 (t. médio espera para o atendimento - min.)

ESTACIONAMENTO DE CAMINHÕES	X	25	300 (fila máxima de veículos)

nível de serviço global calculado	-	17.0 dias	
nível de serviço global tolerado	-	18.0 dias	
(tempo médio de permanência da carga no terminal)		não há violação	

Conclusões: Houve violação de níveis de serviço. O terminal não é capaz de atender a demanda prevista aos níveis de serviço impostos.			

tabela 12 - Resultados da aplicação do modelo GPSS ao Terminal de Contêineres

COMPONENTES DO TERMINAL	VIOLAÇÃO (sim ou não)	NÍVEIS DE SERVIÇO calculado fornecido	
BAIA DE ESPERA	X	3	20 (fila máxima de navios)
BERÇOS DE ATRACAÇÃO			
ocupação= 0.44 fluxo de carga= 7600.0 (ton/dia)	X	4.5	6 (t. médio espera para atracar - horas)
ARMAZENAGEM (ton)	X	130000	500000 (nível de armazenagem)
INTERFACE TERRESTRE			
ocupação= 0.57 fluxo de carga= 7700.0 (ton/dia)		120	180 (t. médio espera para o atendimento - min.)
ESTACIONAMENTO DE COMBOIOS	X	1	2 (fila máxima de veículos)
nível de serviço global calculado	-	7.0 dias	
nível de serviço global tolerado	-	10.0 dias	
(tempo médio de permanência da carga no terminal)		não há violação	
Conclusões: Não houve violação de níveis de serviço. O terminal é capaz de atender, com folga, a demanda prevista aos níveis de serviço impostos.			

tabela 13 - Resultados da aplicação do modelo GPSS ao Terminal de Granel Sólido

COMPONENTES DO TERMINAL	VIOLAÇÃO (sim ou não)	NÍVEIS DE SERVIÇO calculado fornecido	
BAIA DE ESPERA	X	2	20 (fila máxima de navios)
BERÇOS DE ATRACAÇÃO			
ocupação= 0.44 fluxo de carga= 2070.0 (ton/dia)	X	7	6 (t. médio espera para atracar - horas)
ARMAZENAGEM (ton)	X	26000	216000 (nível de armazenagem)
INTERFACE TERRESTRE			
ocupação= 0.40 fluxo de carga= 2300.0 (ton/dia)		80	360 (t. médio espera para o atendimento - min.)
ESTACIONAMENTO DE COMBOIOS	X	2	2 (fila máxima de veículos)
nível de serviço global calculado	-	12.0 dias	
nível de serviço global tolerado	-	14.0 dias	
(tempo médio de permanência da carga no terminal)		não há violação	

Conclusões: Houve violação de níveis de serviço.
O terminal não é capaz de atender a demanda prevista aos níveis de serviço impostos.

tabela 14 - Resultados da aplicação do modelo GPSS ao Terminal de Fertilizantes

COMPONENTES DO TERMINAL	VIOLAÇÃO (sim ou não)	NÍVEIS DE SERVIÇO calculado / fornecido	
BAIA DE ESPERA	X	2	10 (fila máxima de navios)
BERÇOS DE ATRACAÇÃO			
ocupação= 0.53 fluxo de carga= 4500.0 (ton/dia)	X	4	4 (t. médio espera para atracar - horas)
ARMAZENAGEM (ton)	X	100000	250000 (nível de armazenagem)
INTERFACE TERRESTRE			
ocupação= 0.11 fluxo de carga= 5100.0 (ton/dia)		60	240 (t. médio espera para o atendimento - min.)
ESTACIONAMENTO DE COMBOIOS	X	3	2 (fila máxima de veículos)
nível de serviço global calculado		- 16.0 dias	
nível de serviço global tolerado		- 11.0 dias	
(tempo médio de permanência da carga no terminal)			há violação

Conclusões: Houve violação de níveis de serviço.
O terminal não é capaz de atender a demanda prevista aos níveis de serviço impostos.

tabela 15 - Resultados da aplicação do modelo GPSS ao Terminal de Minérios

COMPONENTES DO TERMINAL	VIOLAÇÃO (sim ou não)	NÍVEIS DE SERVIÇO calculado (fornecido)	
BAIA DE ESPERA	X	6	20 (fila máxima de navios)
BERÇOS DE ATRACAÇÃO			
ocupação= 0.42 capacidade= 8200.0 associada (ton/dia)	X	6	6 (t. médio espera para atracar - horas)
ARMAZENAGEM (ton)	X	306000	470000 (nível de armazenagem)

nível de serviço global calculado - 13.0 dias
nível de serviço global tolerado - 15.0 dias
(tempo médio de permanência da carga no terminal) não há violação

Conclusões: Não houve violação de níveis de serviço. O terminal é capaz de atender a demanda prevista aos níveis de serviço impostos. A capacidade associada a níveis de serviço foi atingida, condicionada pelo componente berços de atracação (8200.0 ton/dia).

tabela 16 - Resultados da aplicação do modelo GPSS ao Terminal de Granel Líquido

COMPONENTES DO TERMINAL	VIOLAÇÃO (sim ou não)	NÍVEIS DE SERVIÇO calculado fornecido	
BAIA DE ESPERA	X	6	20 (fila máxima de navios)
BERÇOS DE ATRACAÇÃO			
ocupação= 0.68 fluxo de carga= 8500.0 (ton/dia)	X	6	6 (t. médio espera para atracar - horas)
ARMAZENAGEM (ton)	X	180000	500000 (nível de armazenagem)
INTERFACE TERRESTRE			
ocupação= 0.62 fluxo de carga= 8450.0 (ton/dia)		150	180 (t. médio espera para o atendimento - min.)
ESTACIONAMENTO DE COMBOIOS	X	2	2 (fila média de veículos)
nível de serviço global calculado	-	8.0 dias	
nível de serviço global tolerado	-	10.0 dias	
(tempo médio de permanência da carga no terminal)		não há violação	

Conclusões: A capacidade do terminal de granel sólido associada a níveis de serviço foi determinada e está condicionada pelo componente interface terrestre, onde o nível de serviço calculado e o nível de serviço fornecido são iguais. Dessa forma, a capacidade desse terminal é igual ao fluxo calculado nesse componente: CAPAC = 8500.0 ton/dia

tabela 17 - Determinação da capacidade do sistema porto com o emprego do modelo GPSS

capítulo VI - AVALIAÇÃO DOS MODELOS PROPOSTOS

VI.1 - INTRODUÇÃO

Segundo o enfoque sistêmico, após a geração dos modelos alternativos de solução, ou seja, uma vez propostos os modelos para a análise da capacidade portuária associada a níveis de serviço, expostos no capítulo IV e V, deve-se proceder a uma avaliação desses modelos e em seguida escolher o melhor modelo para a aplicação dos objetivos propostos.

Neste capítulo pretende-se abordar os dois modelos propostos, FILA e GPSS, aplicáveis aos seis tipos de terminais portuários considerados, examinando-os, criticando-os, ou seja, avaliando-os com base em determinados critérios a seguir expostos:

- Alcance dos objetivos propostos no capítulo I.
- Similaridade com o sistema porto real.
- Grau de precisão das respostas.
- Dificuldade de aplicação dos modelos.
- Custo de aplicação de cada modelo.

VI.2 - AVALIAÇÃO FACE AOS OBJETIVOS PROPOSTOS

Em ambos os modelos, FILA e GPSS, os objetivos do problema foram alcançados pois os terminais selecionados para serem modelados tiveram seus subsistemas convenientemente representados dentro do alcance de cada teoria aplicada, resultando dois modelos computacionais para o cálculo das capacidades setoriais e global do terminal em estudo.

Além disso foram introduzidas nessa análise a figura do nível de serviço setorial e global que permitem uma avaliação do desempenho operacional das partes integrantes do sistema porto.

O mais importante, contudo, foi que os modelos propostos analisam o sistema porto como um todo, ou seja, desde sua interface hidroviária, inúmeras vezes analisadas em trabalhos encontrados na literatura específica, até a interface terrestre, por onde flui toda a carga que passa pelo porto, constituindo ferramentas úteis e capazes.

VI.3 - AVALIAÇÃO FACE AO SISTEMA PORTO REAL

A própria palavra modelo significa uma representação matemática ou física de um problema real que se pretende estudar. Como representar a realidade com fidelidade é tarefa impossível, todos os modelos, qualquer que seja a área de aplicação de conhecimento humano, contém simplificações em relação ao sistema real que está sendo representado.

VI.3.1 - O MODELO FILA E O SISTEMA PORTO

Foram feitas algumas considerações que levam o modelo FILA a ter diferenças em relação ao sistema porto real. Pode-se listar as diferenças encontradas:

a) Fila real de navios diferente da fila calculada.

Muitas são as razões dessa diferença, principalmente pelo fato de que o modelo FILA estudando o regime permanente do porto no período de um mês, não considera a ocorrência de um pico de navios neste terminal, que muitas vezes são prolongados até quinze dias, dando mostra de que a fila em determinadas épocas pode ser maior que a fila calculada.

b) Operação no circuito viário para terminais de Carga Geral e Contêineres diferentes do sistema porto real.

O modelo, como foi exposto no capítulo V, não levou em conta a fila fechada formada pelas carretas entre o berço de atracação, considerado como um posto de serviço e o pátio de contêineres ou armazéns, considerado como um segundo posto prestador de serviços a esses veículos.

Na realidade da operação portuária, as filas de carretas formam-se nesses dois nós de atendimento, principalmente devido a quebra de equipamentos ou falta de equipamentos de movimentação nos pátios ou armazéns. O modelo deixando de considerar a fila junto aos armazéns ou pátios de contêineres, já que analisa somente a fila junto ao berço, não fornecerá uma informação importante que é a determinação do nó de serviço mais congestionado às carretas. Além disso, só fornece para esse conjunto berço-circuito viário, informação de filas em seu regime permanente.

c) Diferenças no critério de fiscalização alfandegária.

Muitas são as cargas, inclusive containerizadas, que levam dias para serem vistoriadas no processo de importação, sem uma razão lógica para tal ocorrência, verificando-se até mesmo uma ociosidade nestes períodos das turmas de fiscalização alfandegária. Várias razões são encontradas para esse pro-

blema, entre as quais o próprio pedido da companhia de navegação ou asente aduaneiro que não tem os papéis legais prontos, e até mesmo interesses escusos. Assim esse fator humano, não quantificável com grande precisão, não é considerado pelo modelo, sendo que são usados tempos médios e seus desvios com base nas cargas que não tem problemas de desembarço.

d) A armazenagem considerada como única.

No sistema porto real, para cada terminal existe um grande número de armazéns ou de importação ou de exportação, que formam no seu todo a capacidade de armazenagem máxima admissível. Ocorre porém, que em determinadas circunstâncias, embora a capacidade máxima de armazenagem não esteja ultrapassada, existe excesso de carga em alguns armazéns e ociosidade em outros.

O modelo, que considera a armazenagem de importação e exportação em conjunto, como uma somatória da capacidade dos armazéns existentes no terminal e alocados às cargas importadas e exportadas, não poderá analisar situações atípicas como a descrita acima, fornecendo uma idéia da capacidade em uso, no regime permanente, do terminal e de seus armazéns globalmente considerados.

e) Fila real de veículos na interface terrestre, diferente da fila calculada.

A interface terrestre apresenta na sua operação real filas de grandes dimensões, principalmente devido ao fato de que existe a formação de mais de um tipo de fila, como por exemplo, formação de fila de caminhões cheios e vazios, a espera de contratação de frete, filas de comboios ferroviários cheios e vazios, e outras.

O modelo FILA considera a formação de fila única de veículos e ainda a existência de um número muito maior de postos de atendimento, que na realidade. Com esse fato, a fila de veículos calculada, embora grande, mascara toda uma problemática de congestionamento que existe pela grandeza real da fila formada.

f) O modelo FILA apresna as paralisações ao tempo de atendimento.

A aplicação analítica da modelagem por filas impõe, como foi mostrado no capítulo II e IV, um certo número de hipóteses que devem ser obedecidas, entre as quais a necessidade de inclusão dentro da função de distribuição do tempo de atendimento aos veículos, todo e qualquer tempo de paralisação e

atendimento ou serviço imputado aos veículos.

Assim, as paralizações, como também os serviços de vistorias iniciais da Saúde e Receita Federal são incluídos no tempo total da ocupação do subsistema portuário em análise. Este fato leva novamente à distorções, comparados aos resultados mostrados em estatísticas portuárias, pois estas subtraem esses tempos, quando apresentam taxas de ocupação de berços e tempos de atendimento aos veículos, sejam estes navios, caminhões ou comboios ferroviários.

VI.3.2 - O MODELO GPSS E O SISTEMA PORTO

Por se tratar de uma modelagem que emprega técnica de simulação, constata-se que o modelo proposto se assemelha mais com a operação portuária real. Isto se deve ao fato do programa GPSS empregado ter grandes recursos de simulação, que permite modelar de forma mais detalhada os subsistemas integrantes dos terminais portuários.

No entanto quanto maior a sofisticação da modelagem, maior se torna o tempo de processamento e seu custo, além de tornar o modelo complexo e de difícil análise.

Serão descritos algumas das semelhanças e diferenças encontradas na modelagem pelo GPSS:

a) Processo de chegada de navios

Na chegada de navios, o modelo GPSS, empregando a distribuição de paralisações de berços e equipamentos, consegue simular com boa semelhança o processo real, ou seja, os pequenos picos de chegadas de navios, formando filas temporárias como acontece, por exemplo no porto de Santos.

Além disso todo o processo de vistoria e de atracação pode ser simulado com razoável exatidão se fornecidas as distribuições dos tempos destas operações.

O modelo GPSS proposto, embora não considere nessa versão, pode modelar a chegada de navios com base em outras funções até mesmo não conhecidas analiticamente, e também simular eventuais violações no processo de atendimento de navios.

b) Processo de Transbordo de Cargas

Dada a facilidade de calibragem e a versatilidade deste modelo, pode-se conseguir resultados de ocupação de berços e de filas, próximos aos observados na operação real.

Vários detalhes no transbordo de cargas, como por exemplo nos terminais de Carga Geral, de Contêineres e de Granel Sólido, foram simulados. São eles:

- a formação de filas fechadas no circuito viário formado entre os berços de atracação e os armazéns ou pátios de contêineres.
- o despacho direto do grãos importados feito via caminhões, sem a armazenagem nos silos portuários.

Ocorre que outras operações de alguma importância, como por exemplo a operação mista da estiva com o uso de diferentes equipamentos portuários não foi abordada por se tratar de assunto específico dessa operação, que necessita de um tratamento mais detalhado.

c) Processo de Armazenagem

As diferenças encontradas na fiscalização aduaneira, processo englobado no subsistema de armazenagem, continuam de difícil modelagem mesmo com o emprego da simulação. Esses procedimentos de fiscalização, um tanto quanto fechados ao conhecimento público, merecem um estudo específico mais profundo, se permitido pelas autoridades competentes.

Quanto à armazenagem propriamente dita, incluiu-se uma diferenciação entre a armazenagem de importação e exportação, simulando-se armazéns separados, tal como ocorre na prática. O modelo poderia ter considerado subgrupos de armazéns de importação ou exportação, simulando ocasiões atípicas de ociosidade em alguns e sobrecarga em outros, porém o tempo de processamento mais uma vez torna-se um limitador do modelo. Isto ocorre pois optou-se simular a armazenagem com o comando "STORAGE", que fornece estatísticas de grande interesse para a análise da capacidade setorial do subsistema armazenagem. Ocorre que cada parcela de carga que entra ou sai de um comando desse tipo provoca internamente no programa um tempo de processamento alto, pois um resequenciamento interno das posições remanescentes é efetuado.

d) Processo de Recepção e Despacho de cargas pela Interface Terrestre

Este subsistema foi simulado de maneira bastante simples, embora sofisticadas pudessem ser incluídas, pois a chegada de caminhões e comboios ferroviários e o atendimento a esses veículos se faz com distribuições estatísticas, cujos tempos envolvidos são substancialmente menores que os envolvidos no transbordo de navios. Este fato permitiu que a modelagem considerasse fila de veículos cheios e vazios.

e) Períodos de paralisações ocasionais e regulares

O modelo GPSS permite que as paralisações ocasionais, tipo chuva ou quebra de equipamentos, sejam consideradas de acordo com funções levantadas junto aos portos em análise, bem como considerar as paralisações diurnas e noturnas, tipo almoço, jantar e troca de turnos.

De qualquer forma, todo cuidado com a comparação de resultados obtidos pelo modelo e fornecidos pela autoridade portuária deve ser tomado, pois esta última fonte desconsidera as paralisações nos cálculos das taxas de ocupação de berços e estatísticas de filas.

VI.4. - GRAU DE PRECISÃO DAS RESPOSTAS

Nos modelos propostos, o FILA e o GPSS, que tem como entrada vários tempos médios de serviço e de intervalo entre chegadas de veículos aos postos de atendimentos, representativos dos subsistemas dos terminais portuários em análise, deve-se garantir em primeiro lugar a fidedignidade desses dados, para que a precisão das respostas possam ser consideradas e avaliadas.

A precisão das respostas dos modelos pode ser atribuída três fatores:

- modelagem correta do sistema porto.
- ponderação das hipóteses efetuadas.
- aplicação correta das formulações

A modelagem do sistema porto, visando os objetivos do problema, mostra-se correta face aos resultados obtidos pelos testes de validação dos modelos computacionais mostrados no capítulo V.

As formulações empregadas em ambos os modelos, retiradas da literatura específica, foram testadas e comprovadamente aceitas.

Cabe finalmente, face as hipóteses simplificadoras adotadas em ambos os modelos e apresentadas na modelagem do sistema no capítulo II, IV e V, avaliar-se o grau de precisão das respostas obtidas com as situações encontradas no sistema porto real, mostradas na tabela 18.

Estadísticas	1	2	3 (em teu)
Isistema I real	1.79	18	131
Imodelo I FILA	1.79	14	90
Imodelo I GPSS	1.50	17	130

TERMINAL DE CONTÊINERES

Estadísticas	1	2	3
Isistema I real	5.02	10	7500
Imodelo I FILA	5.02	8	7100
Imodelo I GPSS	5.30	7	7600

TERMINAL DE GRANEL SÓLIDO

Estadísticas	1	2	3
Isistema I real	1.77	15	9000
Imodelo I FILA	1.77	12	18200
Imodelo I GPSS	1.68	13	8200

TERMINAL DE GRANEL LÍQUIDO

Legenda: 1 - Taxa de Ocupação dos Bergos (dias/navio)
 2 - Tempo Médio de Permanência da Carga (dias)
 3 - Fluxo médio de Movimentação de Cargas (Ton/dia)

tabela 18 - Comparação dos Resultados Obtidos pelos Modelos
 FILA e GPSS e os Observados.
 fonte: ref. 6 e 22

No modelo FILA, as restrições imbutidas na aplicação da teoria de filas, apresenta resultados considerados rigorosos. A própria avaliação dos níveis de serviço global e setoriais face aos níveis admitidos como ótimos, trazem violações, como mostra a tabela 18. A capacidade de movimentação do porto, em cada um dos seus subsistemas, mostra-se da mesma ordem de grandeza da encontrada no ano de 1982, em que se basearam os dados de entrada do modelo.

O modelo GPSS, cujos resultados são mais acurados, e por isso aproximam-se dos resultados observados nos portos analisados, justifica-se devido ao emprego de simulação. Neste caso, os resultados adicionais, de filas máximas, tempos máximos de ocupação e outros, facilitam numa primeira análise um estudo mais a fundo de cada subsistema portuário em análise, embora outros estudos mais específicos sejam recomendáveis. Essa modelagem porém tem a desvantagem de ser mais suscetível a erros de imprecisão na entrada dos dados necessários.

VI.5 - DIFICULDADE DE APLICAÇÃO DAS MODELAGENS E CUSTOS ENVOLVIDOS.

Como ambas as modelagens baseiam-se em modelos computacionais, há necessidade do usuário contar com o uso de equipamentos de médio ou grande porte para a aplicação desses modelos.

O modelo FILA, desenvolvido em FORTRAN nível G-H, não aloca demasiada memória, nem tem custos proibitivos de processamento, como mostra a tabela 19. Pode-se inclusive admitir sua adaptação a linguagem BASIC, para aplicação em microcomputadores com certa facilidade. Este modelo se mostra versátil, quanto a possíveis aplicações em outras configurações portuárias, bastando para tanto modificações nos dados de entrada do modelo, como mostra o manual de utilização do mesmo, no anexo A e não há necessidade do acompanhamento de um analista ou programador, nas suas aplicações.

O modelo GPSS, já necessita que o usuário disponha de um equipamento de grande porte que tenha o pack GPSS em sua biblioteca de programas. O pack GPSS-V é geralmente alusado pela empresa proprietária do computador, indicando dessa forma um novo custo adicional.

Além disso o modelo GPSS quando aplicável a sistemas portuários de diferentes portes necessita de rearranjos no programa, embora não exija modificações na modelagem. Por exemplo, se for necessária a inclusão de mais um berço de atracação, haverá a necessidade de se incluir mais um comando GPSS de teste, para verificar se os berços estão ocupados ou não. Modificações de tal tipo, que representam somente inclusões ou retiradas de comandos, não podem ser executadas diretamente com simples modificações nos dados de entrada do programa e sim pelo usuário do mesmo, que necessitará do auxí-

lho de um programador experiente em GPSS, agora os elevados custos de processamento.

	Modelo FILA		Modelo GPSS				
	agresado	T.C.L	T.CO.	T.G.5	T.FE.	T.MIN.	T.G.L.
Tempo							
Proces.	4.0	185	160	193	110	115	90
Tempo							
I/O	2.0	300	270	312	100	103	87
Custo	35	210	185	250	130	142	110

Obs: - tempo de Processamento e I/O em segundos

- custo em milhares de cruzeiros

- processamento dos programas em classe 15

Tabela 19 - Comparação dos Custos de Aplicação dos Modelos
FILA e GPSS

ref. : GCE/USP, Janeiro de 1985.

Capítulo VII - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

VII.1 - INTRODUÇÃO

Neste capítulo são apresentadas as principais conclusões e recomendações da pesquisa.

VII.2 - CONCLUSÕES

A aplicação do modelo GPSS apresenta comparativamente com a aplicação do modelo FILA, tempos de processamento em computador da ordem de cinco vezes maiores, o que por sua vez reflete em custos maiores na mesma proporção.

O modelo FILA escrito em linguagem FORTRAN, proporciona sua aplicação em equipamentos de pequeno porte, sendo possível sua adaptação na linguagem BASIC e necessita para a sua manutenção, de um analista experiente tão somente em linguagem FORTRAN. O modelo GPSS tem, por sua vez, uma linguagem própria, que necessita de um analista que conheça especificamente esse "package" e só agora começa a estar disponível em micro-computadores de 16 bytes, estando, até o momento no Brasil, associado apenas a computadores de grande porte.

A precisão do modelo FILA, intimamente correlacionada com o alcance das técnicas empregadas na modelagem, é baixa quando comparada com os resultados reais, além de excluir detalhes importantes e específicos da operação portuária. O modelo GPSS por sua vez, mostra-se razoavelmente preciso, dentro das aplicações feitas, incluindo muitos detalhes operacionais, uma vez que essa técnica de simulação o permite.

A tabela 20 mostra uma comparação entre o modelo FILA e o GPSS, apontando as vantagens e desvantagens desses modelos.

Conclui-se ser o modelo GPSS o mais eficiente para a análise da capacidade dos terminais portuários associados a níveis de serviço, face a avaliação de cada modelo mostrada no capítulo VI e resumida acima.

O modelo GPSS apresenta, de forma inequívoca, resultados mais confiáveis e completos, fornecendo desta forma mais informações acerca da operação de cada subsistema portuário considerado.

O modelo FILA, evidentemente, apresenta maior facilidade e menor custo de aplicação, em detrimento da qualidade das respostas e se presta para análises rápidas, para as quais não se exige precisão elevada.

vantagens e desvantagens dos modelos	
	-possibilita a aplicação mais rápida
MODELO	-apresenta baixo custo de aplicação
FILA	-disponível em linguasem FORTRAN e adaptável a equipamentos de pequeno porte, com possibilidade de transcrição para linguasem BASIC
	-apresenta menor precisão
	-não permite levar em conta detalhes da operação
	-apresenta maior precisão de resposta
MODELO	-permite levar em conta detalhes da operação
GP55	-apresenta alto custo de aplicação
	-aplicação disponível em equipamentos de grande porte

tabela 20 - Vantagens e Desvantagens dos Modelos FILA e GP55.

VII.3 - RECOMENDAÇÕES

Os modelos foram desenvolvidos procurando-se dar a mesma profundidade de tratamento a cada um dos componentes do sistema porto. Com certeza existem casos em que o objetivo seria analisar mais profundamente um determinado componente. Nesses casos, recomenda-se aprimorar os modelos convenientemente.

Por outro lado, não foi possível obter dados suficientes para realizar testes exaustivos com os modelos que permitissem que os mesmos fossem totalmente validados e desta forma recomenda-se que seja dado apoio para que se possa obter dados e realizar testes capazes de possibilitar o aprimoramento dos modelos. Pelo mesmo motivo, recomenda-se ainda precaução na aplicação dos modelos propostos, sugerindo-se que as condições sejam semelhantes às já testadas ao longo da pesquisa.

Recomenda-se também o desenvolvimento de pesquisas para definir níveis de serviço adequados para a realidade brasileira.

Ressalva-se ainda que os modelos foram desenvolvidos para tratarem da análise operacional do porto e assim recomenda-se que trabalhos futuros incluam uma análise econômica em conjunto com esta análise operacional, visando a quantificação e minimização do custo global do sistema porto-navio.

ANEXO A - MANUAL E LISTAGENS DO MODELO FILA

1. Manual do Usuário - Dados de Entrada

QACIÃO_1 Format (I2) (obrigatório)
(NANAL)

NANAL -- nº de terminais em análise numa só corrida.

QACIÃO_2 Format (I2,A6) (obrigatório)
(NTIPOR(I),DES(I,K))

NTIPOR(I) - tipo do terminal (ver tabela abaixo)

DES(I,K) - nome do terminal, em 36 caracteres

Tipo	Descrição
1	Carga Geral
2	Granel Sólido
3	Granel Líquido
4	Fertilizantes
5	Contêineres
6	Minério

QACIÃO_3 Format(4F10.0,3I5) (obrigatório)
(ARBAY,ALAMNV,UMIBER,SERBER,NBERCO,IF1,IF2)

ARBAY - área da baía de fundeamento e evolução em km².

ALAMNV - taxa de chegada dos navios ao terminal. (n/dia)

UMIBER - taxa de atendimento dispensado aos navios. (n/dia)

SERBER - nível de serviço " Tempo Máximo Admissível de Espera em Fila ". (horas)

NBERCO - número de berços disponíveis.

IF1 - tipo de distribuição de atendimento. (ver tabela abaixo)

IF2 - ordem K da distribuição Erlang se IF1=3.

IFI	Distribuição
1	Exponencial
2	Uniforme
3	Erlang

SEÇÃO_4 Format(6F10.0,2I5) (opcional)

(ACVI,UMICVI,SERCVI,UMIVIS,UMIALF,SERALF,NEQUIP,NVIS)

ACVI - taxa de chegada de caminhões, junto ao berço, no circuito viário. (caminhões/hora)

UMICVI - taxa de atendimento dispensado aos caminhões junto aos berços. (caminhões/hora)

SERCVI - nível de serviço " Tempo Máximo Admissível de Espera dos Caminhões junto aos Berços ". (horas)

UMIVIS - tempo médio de espera para a vistoria alfandegária. (horas)

UMIALF - desvio padrão dos tempos de espera para a vistoria alfandegária. (horas)

SERALF - nível de serviço " Tempo Máximo Admissível de Espera para a Vistoria Alfandegária ". (horas)

NEQUIP - nº de caminhões que operam no circuito viário

NVIS - nº de porões em operação por navio.

QBS: Esse cartão não deve ser incluído se o terminal em análise for de Granel Líquido, Granel Sólido, Fertilizantes e Minérios.

SEÇÃO_5 Format(5F10.0) (obrigatório)

(TEMAR,AFLUI,AFLUO,ESTOQ,ARMAZC,ARMAZD)

TEMAR - tempo médio de armazenagem da carga. (dias)

AFLUI - fluxo diário de entrada de cargas. (ton/dias)

AFLUO - fluxo diário de saída de cargas. (ton/dia)

ESTOQ - estoque médio de cargas observado no terminal em análise. (ton)

ARMAZC - capacidade máxima de estocagem coberta. (ton)

ARMAZD - capacidade máxima de estocagem descoberta. (ton)

CARTÃO_6 Format (3F10.0) (opcional)

(ALAMCM, UMIBAI, SERVBA, NBAIA, IFI3, IF4, NCAMIN)

ALAMCM - taxa de chegada de veículos pela interface terrestre.
(caminhões/hora ou comboios/dia)

UMIBAI - taxa de atendimento dispensado aos veículos na interface terrestre. (caminhões/hora ou comboios/dia)

SERVBA - nível de serviço " Tempo Máximo Admissível de Espera para que o veículo seja atendido ". (horas no caso de caminhões ou dias no caso de comboios).

NBAIA - nº de baias existentes na interface terrestre.

IFI3 - tipo da distribuição de atendimento dispensada aos veículos na interface terrestre. (consulte tabela de IF1)

IF4 - ordem da distribuição Erlang se IFI3 = 3.

NCAMIN - nº de posições de estacionamento junto a interface terrestre.

QBS: Este cartão não será incluído se o terminal em análise for de Granel Líquido.

CARTÃO_Z Format (5F10.0) (obrigatório)

(SERGLO, COMPNV, DWTNAV, CALNAV, DWTCAM)

SERGLO - nível de serviço global " Tempo Máximo de Permanência da Carga no Terminal ". (dias)

COMPNV - comprimento médio da classe de navios que frequentam o terminal. (metros)

DWTNAV - carga média movimentada (carga ou descarga) pelo navio. (ton)

CALNAV - calado médio da classe de navios que frequentam o terminal. (metros)

DWTCAM - carga média movimentada pelo veículo na interface terrestre. (ton)

QBS: Os cartões de 2 a 7 devem ser repetidos, em blocos, quantos forem os terminais declarados no cartão 1.

Programa Fila

```

*SET AUTOBINO
*BTNC=FROM 818/IMSL/1,818/IMSL/2,818/IMSL/3,818/IMSL/4
0C000100
0C000200

COMMON/FRY/NAVMS,LOI,NSBAY,RH01,CAPAC1,K01,ANAVMS,AL01
COMMON/CL0RAL/HOGLJ,NSUB,AMAXIO,LOT
COMMON/CA9ECA/NTIPOR(6),DES(6,6),IG,DESA(5,5)
COMMON/TIPOS/ITIP0,KIM,AMULT
DATA DESA/"CHEGAD","A DE N","AVIOS "," ","","CIRCUJ","TO VIA",
1*RI0 " "," ","ALFAND","EGA"," "," ","DESPAC","HJ/REC",
2*PECAO "","DE CAR","GAS ","BOMBEA","MENTO ","USINAS"," "," "/
DATA SIM/" "/,NAO/"NAO "/
AMULT=1000000.0
00000300
00000400
00000500
00000600
00000700
00000800
00000900
00001000
00001100
00001200
C *****
C PROGRAMA PRINCIPAL - VERIFICA SE O PORTO EM ANALISE E COMPATIVEL COM
C A SUBROTINA IMPLANTADA
C *****
00001300
00001400
00001500
00001600
WRITE(6,7)

7 FORMAT(////,IX=130,"ANALISE DA CAPACIDADE DO SISTEMA PORTO ASSOCI
1ADJ A NIVEIS DE SERVICIO",////,I17,"ESTE PROGRAMA FOI DESENVOLVIDO P
2OR RUI CARLOS BOTTER E FAZ PARTE DE SUA DISSERTACAO DE MESTRADO")
READ(5,1)NANAL
00001700
00001800
00001900
00002000

1 FORMAT(I2)
DO 3 IQ=1,NANAL
READ(5,2)NTIPOR(IQ),(DES(IQ,K),K=1,6)
00002100
00002200
00002300
2 FORMAT(I2,6A6)
ITIP0=NTIPOR(IQ)
00002400
00002500
IF(ITIP0.EQ.1)GO TO 51
00002600
IF(ITIP0.EQ.2)GO TO 52
00002700
IF(ITIP0.EQ.3)GO TO 53
00002800
IF(ITIP0.EQ.4)GO TO 54
00002900
IF(ITIP0.EQ.5)GO TO 55
00003000
IF(ITIP0.EQ.6)GO TO 56
00003100
GO TO 4
00003200
51 ITIP0=51
00003300
CALL ALEITU
00003400
CALL PORT01
00003500
GO TO 3
00003600
52 ITIP0=52
00003700
CALL ALEITU
00003800
CALL PORT02
00003900
GO TO 3
00004000
53 ITIP0=53
00004100
CALL ALEITU
00004200
CALL PORT03
00004300
GO TO 3
00004400
54 ITIP0=54
00004500
CALL ALEITU
00004600
CALL PORT02
00004700
GO TO 3
00004800
55 ITIP0=55
00004900
CALL ALEITU
00005000
CALL PORT01
00005100
GO TO 3
00005200

```

```

56 ITIPO=56
CALL ALEITU
CALL PORTO2
GO TO 3
4 WRITE(6,5)(DESC(TG,K),K=1,6)
5 FORMAT(1H1,////,T25,'A CARACTERISTICA DO '6A6,/,1x,T25,'FICHA A A
ANALISE DESTE PROGRAMA')
3 CONTINUE
IF(LQT.GT.NSBAY)AAO=51H
WRITE(6,10)LQT,NSHAY,NAO
10 FORMAT(1H1,T40,'OBSERVAÇÕES FINAIS',/,T40,'*****'
1,///,T30,'A FILA MEDIA GLOBAL FORMADA NA BAIÁ DE ESPERA',
2' COMUM CONTEM',IS,' NAVIOS',/,T30,'A CAPACIDADE DESTA',
3' BAIÁ DE ESPERA É DE',IS,' NAVIOS',/,T30,'PCRTAYTO ',
4IS,' HA VIOLAÇÃO DE NIVEL DE SERVIÇO')
STOP
END

```

```

CC00530C
CC005400
CC005500
CC005600
CC005700
CC005800
CC005900
CC005000
CC005100
CC005200
CC005300
CC005400
CC005500
CC005600
CC005700
CC005800
CC005900

```

SE

=====

```

SUBROUTINE ALEITU
COMMON/CABEÇA/NTIPOR(6),DESC(6,6),TG,DESA(5,5)
COMMON/FISI/ARBAY,ARMAZC,ARMAZD,ACVI,NVIS,TEMAR,AFLUI,AFLUD
COMMON/QUANT/NERCO,NEQVIP,NPCSTO,NBATA,NCAMIN,ESTOO
COMMON/ANAVI/COMPV,CALNAV,DWNAV,DHTCAN
COMMON/TAXAS/ALANV,ALANCH,UMIBER,UMICVI,UMIVIS,UMIALF,UMIBAI
COMMON/NIVEL/SERGLD,SERBER,SERCVI,SERLRF,SERVBA
COMMON/TIPOS/ITIPO,KIN,AMULT
COMMON/IFI/IFI1,IFI2,IFI3,IFI4
C *****
C LE AS CARACTERISTICAS FISICAS DO PORTO
C LE AS CARACTERISTICAS DA CLASSE DE NAVIOS QUE OPERA NESSE PORTO
C LE AS TAXAS DE ATENDIMENTO E CHEGADAS
C LE OS NIVEIS DE SERVIÇO PRE-FIXADOS
C *****
READ(5,1)ARBAY,ALANV,UMIBER,SERBER,NERCO,IFI1,IFI2
1 FORMAT(4F10.0,3I5)
IF(ITIPO.NE.51)GO TO 43
GO TO 42
43 IF(ITIPO.NE.55)GO TO 40
42 READ(5,2)ACVI,UMICVI,SERCVI,UMIVIS,UMIALF,SERLRF,NEQVIP,NVIS
2 FORMAT(6F10.0,2I5)
40 READ(5,3)TEMAR,AFLUI,AFLUD,ESTOO,ARMAZC,ARMAZD
3 FORMAT(6F10.0)
IF(ITIPO.EQ.53)GO TO 41
READ(5,4)ALANCH,UMIBAI,SERVBA,NBATA,IFI3,IFI4,NCAMIN
4 FORMAT(3F10.0,4I5)
41 READ(5,5)SERGLD,COMPV,DWNAV,CALNAV,DHTCAN
5 FORMAT(5F10.0)
C *****
C IMPRINE OS DADOS LIQJS
C *****
WRITE(6,6)ARBAY,NERCO
6 FORMAT(1H1,////,T39,'CARACTERISTICAS DO LAYOUT PORTUARIO',////,T2

```

```

FO
FO
FO
FO

```

```

00007000
00007100
00007200
00007300
00007400
00007500
00007600
00007700
00007800
00007900
00008000
00008100
00008200
00008300
00008400
00008500
00008600
00008700
00008800
00008900
00009000
00009100
00009200
00009300
00009400
00009500
00009600
00009700
00009800
00009900
00010000
00010100
00010200
00010300

```

```

15 AREA DA BAIJA DE ESPERA PARA NAVIOS,T70,F10.2, KM**2, 00013400
3//T25,NUMERO DE BERCOS,T79,I2) 00013500
IFC(ITIPO.EQ.51)GO TO 51 00013600
IFC(ITIPO.EQ.52)GO TO 52 00013700
IFC(ITIPO.EQ.53)GO TO 53 00013800
IFC(ITIPO.EQ.54)GO TO 54 00013900
IFC(ITIPO.EQ.55)GO TO 55 00014000
IFC(ITIPO.EQ.56)GO TO 56 00014100
51 WRITE(6,7)ARMAZC,ARMAZD,NCAMIN,NEQUIP,NBAIA,AFLUI,AFLUD 00014200
7 FORMAT(////,I39,"CARACTERISTICAS ESPECIFICAS DO TERMINAL DE " 00014300
1"CARGA GERAL", 00014400
1//T25,"CAPACIDADE DE ARMAZENAGEM COBERTA",T80,F10.2," TON",// 00014500
IT25,"CAPACIDADE DE ARMAZENAGEM DESCOBERTA",T80,F10.2," TON" 00014600
1//T25,"NUMERO DE VAGAS DE ESTACIONAMENTO PARA CAMINHOS",T87,I3 00014700
1//T25,"NUMERO DE EQUIPAMENTOS", 00014800
1" NO CIRCUITO VIARIO",T87,I3, 00014900
2//T25,"NUMERO DE BAIAS PARA A RECEPCAO E DESPACHO DE CARGAS" 00015000
3,T87,I3,//T25,"FLUXO DE ENTRADA DE CARGA NOS ARMAZENS",T80, 00015100
4F10.2," TON/DIA",//T25,"FLUXO DE SAIDA DE CARGA DOS ARMAZENS", 00015200
5,T80,F10.2," TON/DIA") 00015300
GO TO 60 00015400
52 WRITE(6,10)ARMAZC,NBAIA,AREST 00015500
10 FORMAT(////,I39,"CARACTERISTICAS ESPECIFICAS DO TERMINAL DE " 00015600
1"GRANEL SOLIDO",////,T25,"CAPACIDADE DE SILAGEM ",T80, 00015700
2F10.2," TONELADAS",//T25,"NUMERO DE BAIAS PARA O DESPACHO " 00015800
3,"DE CARGAS",//T25,"POR VIA FERROVIARIA",T87,I3,//T25, 00015900
1"NUMERO DE VAGAS DE ESTACIONAMENTO PARA CAMINHOS",T87,I3, 00016000
5//T25,"FLUXO DE ENTRADA DE CARGA NOS SILOS",T80,F10.2, 00016100
6" TON/DIA",//T25,"FLUXO DE SAIDA DE CARGA DOS SILOS" 00016200
7,T80,F10.2," TON/DIA") 00016300
GO TO 60 00016400
53 WRITE(6,11)ARMAZC,AFLUI,AFLUD 00016500
11 FORMAT(////,I39,"CARACTERISTICAS ESPECIFICAS DO TERMINAL DE " 00016600
1"GRANEL LIQUIDO",////,T25,"CAPACIDADE DOS TANQUES DE ", 00016700
2"ARMAZENAGEM",T80,F10.2," TONELADAS", 00016800
5//T25,"FLUXO DE ENTRADA DE CARGA NOS SILOS",T80,F10.2, 00016900
6" TON/DIA",//T25,"FLUXO DE SAIDA DE CARGA DOS SILOS",T80,F10.2, 00017000
7" TON/DIA") 00017100
GO TO 60 00017200
54 WRITE(6,12)ARMAZC,NBAIA,NCAMIN,AFLUI,AFLUD 00017300
12 FORMAT(////,I39,"CARACTERISTICAS ESPECIFICAS DO TERMINAL DE " 00017400
1"FERTILIZANTES",////,T25,"CAPACIDADE DOS ARMAZENS",T80,F10.2, 00017500
2" TONELADAS",//T25,"NUMERO DE BAIAS PARA A RECEPCAO E O", 00017600
3" DESPACHO",//T25,"POR VIA FERROVIARIA",T87,I3,//T25, 00017700
1"NUMERO DE VAGAS DE ESTACIONAMENTO DE COMBOIOS",T87,I3, 00017800
5//T25,"FLUXO DE ENTRADA DE CARCA NOS ARMAZENS",T80,F10.2, 00017900
6" TON/DIA",//T25,"FLUXO DE SAIDA DE CARGA DOS ARMAZENS",T80, 00018000
7F10.2," TON/DIA") 00018100
GO TO 60 00018200
55 NCMIN=ARMAZC 00018300
NFLUI=AFLUI 00018400
NFLUD=AFLUD 00018500
WRITE(6,30)NCMIN,NCAMIN,NEQUIP,NBAIA,NFLUI,NFLUD 00018600
30 FORMAT(////,I39,"CARACTERISTICAS ESPECIFICAS DO TERMINAL DE " 00018700
1"CONTAINERES",//T25,"CAPACIDADE NOMINAL DE CONTAINERES",T86,I4 00018800
1//T25,"NUMERO DE VAGAS DE ESTACIONAMENTO PARA CAMINHOS",T86,I4 00018900
1//T25,"NUMERO DE EQUIPAMENTOS", 00019000
1" NO CIRCUITO VIARIO",T86,I4, 00019100
2//T25,"NUMERO DE BAIAS PARA A RECEPCAO E DESPACHO DE CARGAS" 00019200
3,T86,I4,//T25,"FLUXO DE ENTRADA DE CARGA NO PATEO",T86, 00019300

```

```

414. " CONTEINER/DIA",///,T25,"FLUXO DE SAIDA DE CARGA NO", 00016400
5" PATEO",T86,I4," CONTEINER/DIA") 00016500
50 TO 60 00016600
56 WRITE(6,14)APMAZC,VBAIA,NCAMIN,AFLUI,AFLUO 00016700
14 FORMAT(///,T39,"CARACTERISTICAS ESPECIFICAS DO TERMINAL DE " 00016800
1," MINERIO",///,T25,"CAPACIDADE DOS PATIOS ",T80,F10.2, 00016900
2," TONELADAS",///,T25,"NUMERO DE BAIXAS PARA A RECEPCAO E O DESPACHO" 00017000
3,///,T25,"POR VIA FERROVIARIA",T87,I3,///,T25 00017100
1,"NUMERO DE VAGAS DE ESTACIONAMENTO DE COMBOIOS",T87,I3, 00017200
5,///,T25,"FLUXO DE ENTRADA DE CARGA NOS PATEOS DE MINERIO",T80,F10.2 00017300
6," TON/DIA",///,T25,"FLUXO DE SAIDA DE CARGA DOS PATEOS DE ", 00017400
7,"MINERIOS",T80,F10.2," TON/DIA") 00017500
50 IF(CITIPO.EQ.55) GO TO 100 00017600
WRITE(6,8)COMPNY,CALNAV,DWNAV 00017700
8 FORMAT(///,T25,"CARACTERISTICA DA CLASSE DE NAVIOS QUE OPERAM NES 00017800
1TE TERMINAL",///,T25,"COMPRIMENTO MEDIO",T55,F10.2," METROS",///, 00017900
2T25,"CALADO MEDIO",T55,F10.2," METROS",///,T25,"CARGA MEDIA", 00018000
3" TRANSPORTADA",T55,F10.2," TONELADAS") 00018100
50 TO 102 00018200
100 WRITE(6,101)COMPNY,CALNAV,DWNAV 00018300
101 FORMAT(///,T25,"CARACTERISTICA DA CLASSE DE NAVIOS QUE OPERAM NES 00018400
1TE TERMINAL",///,T25,"COMPRIMENTO MEDIO",T55,F10.2," METROS",///, 00018500
2T25,"CALADO MEDIO",T55,F10.2," METROS",///,T25,"CARGA MEDIA", 00018600
3" TRANSPORTADA",T55,F10.2," CONTEINERES") 00018700
102 WRITE(6,9)COES(IC,IC),IC=1,6),ALAMNV,UMIBER 00018800
9 FORMAT(1H1,///,T25,"TAXAS DE CHEGADAS E ATENDIMENTOS ENVOLVIDAS NO 00018900
1 PROCESSO DE TRANSBORDO DE CARGAS",///,T40,6A6,///,T25, 00019000
2,"TAXA DE CHEGADA DA NAVIOS",T85,F10.3," NAVIOS/DIA", 00019100
3,///,T25,"TAXA DE ATENDIMENTO EM UM BERCO",T85,F10.3," NAVIOS/DIA") 00019200
IF(CITIPO.EQ.51)GO TO 61 00019300
IF(CITIPO.EQ.52)GO TO 64 00019400
IF(CITIPO.EQ.53)GO TO 63 00019500
IF(CITIPO.EQ.54)GO TO 62 00019600
IF(CITIPO.EQ.55)GO TO 65 00019700
IF(CITIPO.EQ.56)GO TO 62 00019800
61 WRITE(6,15)ACVI,UMICVI,UMIVIS,UMIALF,ALAMCM,UMIBAI 00019900
15 FORMAT(///,T25,"TAXA DE CHEGADAS DE CAMINHOS NO C. VIARIO",T85, 00020000
1F10.2," CAMINHOS/HORA",///,T25,"TAXA DE ATENDIMENTO DOS VEICULOS" 00020100
2," NO CIRCUITO VIARIO",T85,F10.2," CAMINHOS/HORA",///,T25, 00020200
3,"TEMPO MEDIO DE ESPERA PARA A VISTORIA ALFANDEGARIA", 00020300
4T85,F10.2," HORA/LOJE",///,T25,"ESVIO PADRAO DO TEMPO ", 00020400
4,"DE ESPERA PARA A VISTORIA",T85,F10.2," HORA/LOJE" 00020500
4,///,T25,"TAXA DE CHEGADA DE CAMINHOS NA INTERFACE TERRESTRE", 00020600
4T85,F10.2," CAMINHOS/HORA", 00020700
5,///,T25,"TAXA DE ATENDIMENTO DOS VEICULOS NA INTERFACE TERRESTRE", 00020800
5T85,F10.2," CAMINHOS/HORA") 00020900
50 TO 70 00021000
62 WRITE(6,16)ALAMCM,UMIBAI 00021100
16 FORMAT(///,T25,"TAXA DE CHEGADAS DE COMBOIOS",T85,F10.2, 00021200
1,"COMBOIOS/DIA",///,T25,"TAXA DE ATENDIMENTO DE COMBOIOS",T85,F10.2, 00021300
2,"COMBOIOS/DIA") 00021400
50 TO 70 00021500
64 WRITE(6,17)ALAMCM,UMIBAI 00021600
17 FORMAT(///,T25,"TAXA DE CHEGADAS DE CAMINHOS",T85,F10.2 00021700
1," CAMINHOS/HORA",///,T25,"TAXA DE ATENDIMENTO AOS CAMINHOS", 00021800
2T85,F10.3," CAMINHOS/HORA") 00021900
50 TO 70 00022000
65 50 TO 61 00022100
63 CONTINUE 00022200
70 CONTINUE 00022300

```

```

RETURN                                00022400
END                                    00022500
SE

```

```

=====
SUBROUTINE PORTO1                                00022600
COMMON/INFLUG/C(4),CIR(4),LA                    00022700
COMMON/PRI/NAVMS,LQ1,NSBAY,RHC1,CAPAC1,WQ1,NAVMS,ALQ1 00022800
COMMON/SEG/RHO2,CAPAC2,WQ2                      00022900
COMMON/TER/RHC3,CAPAC3,WQ3                      00023000
COMMON/ARMA/RSEG,RTDT,RMAX                      00023100
COMMON/OJA/RHO4,LQ4,LSEWBA,CAPAC4,WQ4,CMHST,ALQ4 00023200
COMMON/CLOBAL/WQGLD,NSUB,AMAXID,LQT            00023300
COMMON/FISI/ARBAY,ARMAZC,ARMAZD,ACVI,NVIS,TEMAR,AFLUI,AFLJO 00023400
COMMON/QUANT/NBERCO,NEQUIP,NPOSTO,NBAIA,NCAMIN,ESTOC 00023500
COMMON/ANAVI/COMPNY,CALNAV,DWTHAV,DWTCAM       00023600
COMMON/TAXAS/ALAHNV,ALAMCH,UMIBER,UMICVI,UMI VIS,UMIALF,UMIBAI 00023700
COMMON/NIYEL/SERGLD,SERBEF,SERCVI,SERALF,SERVBA 00023800
COMMON/TIPOS/ITTP0,KIM,ANLLT                   00023900
COMMON/IFI/IFI1,IFI2,IFI3,IFI4                00024000
LA=4                                             00024100
C *****                                00024200
C ANÁLISA O PORTO DE CARGA GEPAL                00024300
C *****                                00024400
C *****                                00024500
C RESOLUCAO DA FILA NO PRIMEIRO ESTAGIO - BAIÁ DE ESPERA E BERCO5 00024600
C *****                                00024700
C RHO1=ALAHNV/(UMIBER*NBERCO)                  00024800
C IF(RHO1.LT.1.0)GO TO 1                       00024900
C NSUB=1                                         00025000
C CALL PROTEG(RHO1,NSUB)                       00025100
C RETURN                                         00025200
1 XIM=1                                         00025300
C CALL WANT                                     00025400
C WQGLD=0.0                                     00025500
C WQGLD=WQGLD+WQ1*24.0+24.0/UMIBER             00025600
C ACCESS=400.0+2.0*COMPNY*((1.5*COMPNY)**2.0)+3.1416 00025700
C ASBAY=(ARBAY*AMULT-ACCESS)/((COMPNY+25.0)**2.0)+3.1416) 00025800
C NSBAY=ASBAY+0.99                             00025900
C LQ1=ALQ1+0.99                                00026000
C LQT=LQT+LQ1                                  00026100
C CAPAC1=ALAHNV-DWTHAV                          00026200
C IF(ITIPO.EQ.55)CAPAC1=CAPAC1-DWTCAM          00026300
C WQ1=WQ1+24.0                                  00026400
C NAVMS=ALQ1-ASBAY                              00026500
C NAVMS=ANAVMS                                  00026600
C *****                                00026700
C RESOLUCAO DA FILA NO SEGUNDO ESTAGIO - CIRCUITO VIARIO 00026800
C *****                                00026900
C ALAMB2=ACVI                                   00027000
C RHO2=ALAMB2/UMICVI                           00027100
C IF(RHO2.LT.1.0)GO TO 2                      00027200
C NSUB=2                                         00027300
C CALL PROTEG(RHO2,NSUB)                       00027400
C RETURN                                         00027500
2 CALL FILA4(NEQUIP,RHO2,ALAMB2,ALQ2,WQ2,ALFA,NVIS) 00027600
C CAPAC2=ALAMB2-DWTCAP+WBERCO*18.0            00027700
C *****                                00027800

```

```

C RESOLUCAO DA FILA PARA O TERCEIRO ESTAGIO - ALFANDEGA IMPORTACAO 00027900
C ..... 00028000
NTURMA=NVIS 00028100
CAPAC3=NTURMA*8.0*100.0/UMIVIS 00028200
IFC(ITIPO.EQ.51)CAPAC3=CAPAC3*18.0 00028300
IFC(ITIPO.EQ.55)CAPAC3=CAPAC3*DHTCAM 00028400
WQ3=1.96*UMIALF*UMIVIS 00028500
WQGLD=WQGLD+WQ3*UMIVIS/100.0 00028600
..... 00028700
C RESOLUCAO DA FILA PARA O 4 ESTAGIO - CHEGADA DE CAMINHOS E ATEND. 00028800
C ..... 00028900
RHO4=ALAMCM/(UMIBAI*ABAI) 00029000
IFC(RHO4.LT.1.0)GO TO 4 00029100
NSUB=4 00029200
CALL PROTEG(RHO4,NSUB) 00029300
RETURN 00029400
4 KTH=2 00029500
CALL WANT 00029600
LQ4=ALQ4*0.99 00029700
ARMAZ=(ALAMNY*DHTNAV)/(CALAMCM*DHTCAM*24.0) 00029800
IFC(ITIPO.EQ.55)ARMAZ=ARMAZ*DHTCAM 00029900
NARMA7=ARMAZ 00030000
IFC(NARMAZ.LE.0)NARMAZ=1 00030100
CAPAC4=ALAMCM*DHTCAM*VBERC3*18.0 00030200
LSEVBA=NCAMIN*0.99 00030300
WQGLD=WQGLD+WQ4*1.0/UMIBAI 00030400
CMHST=ALQ4-NCAMIN 00030500
ALQ4=ALAMCM*DHTCAM 00030600
..... 00030700
C RESOLUCAO DA ARMAZENAGEM INTERMODAL 00030800
C ..... 00030900
TALRN=1.96*((AFLUI+AFLUJ)**0.5) 00031000
RTOT=ARMAZC+ARMAZD 00031100
RMAX=ESTOQ+TALRN 00031200
RSES=RTOT-RMAX 00031300
WQGLD=WQGLD+TEMAR*24.0 00031400
C(1)=CAPAC1 00031500
CIR(1)=1 00031600
C(2)=CAPAC2 00031700
CIR(2)=2 00031800
C(3)=CAPAC4 00031900
CIR(3)=4 00032000
CALL VSRTPEC(LA,CIR) 00032100
AMAXIO=C(1) 00032200
NSUB=CIR(1) 00032300
CALL ESCRIB 00032400
RETURN 00032500
END 00032600

```

SE

```

=====
SUBROUTINE PORTO2 00032700
COMMON/PRI/NAVMS,LQ1,NSUB,RHO1,CAPAC1,WQ1,ANAVMS,ALQ1 00032800
COMMON/SER/RHO2,CAPAC2,WQ2 00032900
COMMON/TER/RHO3,CAPAC3,WQ3 00033000
COMMON/ARMA/RSES,RTOT,RMAX 00033100
COMMON/QUA/RHO4,LQ4,LSEVBA,CAPAC4,WQ4,CMHST,ALQ4 00033200
COMMON/GLOBAL/WQGLD,NSUB,AMAXIO,LQ1 00033300

```



```

COMMON/FISI/ARBAY,ARMAZC,ARMAZD,ACVI,NVIS,TEMAR,AFLUI,AFLUO 00033400
COMMON/QUANT/NBERCO,NEQDIP,NPOSTO,NBAIA,NCAMIN,ESTDO 00033500
COMMON/ANAVI/COMPV, CALVAV,DHTNAV,DHTCAM 00033600
COMMON/TAXAS/ALAKNV,ALANCH,UMIBER,UMTCVI,UMIYIS,UMIALF,UMIBAI 00033700
COMMON/NIVEL/SEPCLD,SEBBER,SERCVI,SERALF,SEPVBA 00033800
COMMON/TIPOS/ITIPD,KIM,AMLLT 00033900
COMMON/IFT/IFI1,IFI2,IFI3,IFI4 00034000
C ***** 00034100
C ANÁLISA OS TERMINAIS DE GRANEL SOLIDO E FERTILIZANTES 00034200
C ***** 00034300
C RESOLUCAO DA FILA NO PRIMEIRO ESTAGIO BAIA DE ESPERA E BERCJS 00034400
C ***** 00034500
RHO1=ALAHNV/(UMIBER*NBERCO) 00034600
IF(RHO1-LT.1.0)GO TO 1 00034700
NSUB=1 00034800
CALL PROTEG(RHO1,NSUB) 00034900
RETURN 00035000
1 KIM=1 00035100
CALL WANT 00035200
WQGLD=0.0 00035300
WQGLD=WQGLD+WQ1*24.0+24.0/UMIBER 00035400
ACCESS=4000.0*2.0*COMPV+((1.5*COMPV)**2.0)*3.1416 00035500
ASBAY=CARRAY*ANULI-ACCESS)/((COMPV+25.0)**2.0)*3.1416 00035600
NSRAY=ASRAY+0.99 00035700
LQ1=ALQ1+0.99 00035800
LQ1=LQ1+LQ1 00035900
CAPAC1=ALAHNV*DHTNAV 00036000
ANAVMS=ALQ1-ASBAY 00036100
NAVMS=ANAVMS 00036200
C ***** 00036300
C RESOLUCAO DA ARMAZENAGEM INTERMODAL 00036400
C ***** 00036500
TALRN=1.96*((AFLUI+AFLUO)**0.5) 00036600
PTOT=ARMAZC+ARMAZD 00036700
RMAX=ESTDQ+TALRN 00036800
RSE=RTOT-RMAX 00036900
WQGLD=WQGLD+TEMAR*24.0 00037000
C ***** 00037100
C RESOLUCAO DA FILA PARA O 4 ESTAGIO - CHEGADA DE CAMINHOS E ATEND. 00037200
C ***** 00037300
RHO4=ALANCH/(UMIBAI*NBAIA) 00037400
IF(RHO4-LT.1.0)GO TO 2 00037500
NSUB=4 00037600
CALL PROTEG(RHO4,NSUB) 00037700
RETURN 00037800
2 KIM=2 00037900
CALL WANT 00038000
LQ4=ALQ4+0.99 00038100
NARMAZ=(CALAPV*DHTNAV)/(ALANCH*DHTCAM*24.0) 00038200
IF(NARMAZ-LE.0)NARMAZ=1 00038300
CAPAC4=ALANCH*DHTCAM*NBERCO*18.0 00038400
IF(ITIPD.EQ.54)CAPAC4=CAPAC4/18.0 00038500
IF(ITIPD.EQ.56)CAPAC4=CAPAC4/18.0 00038600
LSEVBA=NCAMIN*0.99 00038700
WQGLD=WQGLD+WQ4*1.0/UMIBAI 00038800
CMNEST=ALQ4-NCAMIN 00038900
C1=CAPAC1 00039000
C4=CAPAC4 00039100
IF(C1-C4)5.3,3 00039200
5 ANAXIO=C1 00039300

```

```

NSUB=1                                00039400
GO TO 4                                00039500
3 AMAXIO=C4                             00039600
NSUB=4                                  00039700
4 CALL ESCRIB                            00039800
RETURN                                  00039900
END                                      00040000
SE

```

```

=====
SUBROUTINE PORTO3                      00040100
COMMON/PR1/NAVMS,LQ1,NSBAY,RHC1,CAPAC1,WQ1,ANAVMS,ALQ1 00040200
COMMON/SEG/RH02,CAPAC2,WQ2             00040300
COMMON/TER/RH03,CAPAC3,WQ3            00040400
COMMON/ARMA/RSES,RTOT,RMAX            00040500
COMMON/GU1/RH04,LQ4,LSEVBA,CAPAC4,WQ4,CMNEST,ALQ4     00040600
COMMON/GLOBAL/WQGLD,NSUB,AMAXIO,LQT   00040700
COMMON/FISI/ARBAV,ARMAZC,ARMAZO,ACVI,NVIS,TEMAR,AFLUI,AFLUD 00040800
COMMON/QUANT/NBERCO,AEQUIP,NPDSTO,NBATA,NCAMIN,ESTOQ    00040900
COMMON/ANAVI/COMPNV,CALNAV,DWTNAV,DWTCAM 00041000
COMMON/TAXAS/ALANNV,ALAMCM,UMIBER,UMICVI,UMIVIS,UMIALF,UMIBAI 00041100
COMMON/NIVEL/SERGLO,SERBEF,SERCVI,SERALF,SERVBA 00041200
COMMON/TIPOS/TIPO,KIM,AHLLT           00041300
COMMON/IFT/IFI1,IFI2,IFI3,IFI4       00041400
*****                                00041500
C ANALISA O PORTO DE GRANEL LIQUIDO    00041600
C *****                                00041700
C RESOLUCAO DA FILA NO PRIMEIRO ESTAGIO BAIA DE ESPERA E BERCOS 00041800
C *****                                00041900
C
RHO1=ALANNV/(UMIBER+UMBERCO)          00042000
IF(RHO1-LT-.1)GO TO 1                 00042200
NSUB=1                                 00042300
CALL PROTEG(RHO1,NSUB)                00042400
RETURN                                  00042500
I KIM=1                                00042600
CALL WANT                              00042700
WQGLD=0.0                              00042800
WQGLD=WQGLD+WQ1*24.0+24.0/UMIBER     00042900
ACCESS=4000.0*2.0+COMPNV*(C1.5+COMPNV)**2.0)*3.1415 00043000
ASBAY=(ARBAV*AMULT-ACCESS)/(COMPNV*25.0)**2.0)*3.1415) 00043100
NSBAY=ASBAY*0.99                      00043200
LQ1=ALQ1*0.99                         00043300
LQT=LQT+LQ1                            00043400
CAPAC1=ALANNV*DWTNAV                  00043500
ANAVMS=ALQ1-ASBAY                     00043600
NAVMS=ANAVMS                           00043700
*****                                00043800
C RESOLUCAO DA ARMAZENAGEM INTERMOJAL 00043900
C *****                                00044000
C
TALRN=1.96*((AFLUI+AFLUD)**0.5)       00044100
RTOT=ARMAZC+ARMAZO                    00044200
RMAX=ESTOQ+TALRN                       00044300
RSES=RTOT-RMAX                         00044400
WQGLD=WQGLD+TEMAR*24.0                00044500
AMAXIO=CAPAC1                          00044600
NSUB=1                                  00044700
CALL ESCRIB                             00044800

```

RETURN
END

00044900
00045000
SE

```

=====
SUBROUTINE FILA1(NC,RHO,ALAMB,ALQ,WQ,ALFA)
C ..... 00045100
C RESOLUCAO DA FILA P/M/C ..... 00045200
C ..... 00045300
C ..... 00045400
  AC=NC 00045500
  PARC=0.0 00045600
  RHA=RHO*AC 00045700
  DD 1 N=1,NC 00045800
  AI=N-1 00045900
  PARC=PARC+((RHA)**AI)/FAT(N-1) 00046000
1 CONTINUE 00046100
  PARC=PARC+((RHA)**AC)/(FAT(NC)*(1.0-RHO)) 00046200
  P0=1.0/PARC 00046300
  P2=(RHA**AC+1.0)/(FAT(NC-1)*(CAC-RHA)**2.0) 00046400
  ALQ=P0*P2 00046500
  WQ=ALQ/ALAMB 00046600
C WRITE(6,/)ALQ,WQ 00046700
  ALFA=WQ*ALAMB/(AC*RHO) 00046800
RETURN 00046900
END 00047000
SE
=====

```

```

=====
FUNCTION FAT(N)
C ..... 00047100
C CALCULA FATORIAL DE N ..... 00047200
C ..... 00047300
  FAT=1.0 00047400
  IF(N.LE.0)GO TO 1 00047500
  GO TO 2 00047600
1 DD 3 I=1,N 00047700
  FAT=FAT*I 00047800
3 CONTINUE 00047900
2 CONTINUE 00048000
RETURN 00048100
END 00048200
SE
=====

```

```

=====
SUBROUTINE FILA2(NC,RHO,ALAMB,ALQ,WQ,ALFA)
C ..... 00048400
C RESOLUCAO DA FILA M/D/C ..... 00048500
C ..... 00048600
C ..... 00048700
  CALL FILA1(NC,RHO,ALAMB,ALQ,WQ,ALFA) 00048800
  AC=NC 00048900
  COEF=(AC+1.0)*(1.0-RHO**AC)/(CAC*(1.0-RHO**AC+1.0)) 00049000
  WQ=WQ/COEF 00049100
  ALQ=WQ*ALAMB 00049200
  ALFA=WQ*ALAMB/(AC*RHO) 00049300
=====

```

```

RETURN                                00049400
END                                    00049500
SE

```

```

=====
SUBROUTINE FILA3(NC,RHO,ALAMB,ALQ,WQ,ALFA,CY)
*****
RESOLUCAO DA FILA M/EK/C
*****
CALL FILA1(NC,RHO,ALAMB,ALQA,WQA,ALFAA)
CALL FILA2(NC,RHO,ALAMB,ALQB,WQB,ALFAB)
ALFA=ALFAB+CALFAA-ALFAB)*CY**2.0
WQ=ALFA*NC/RHO/ALAMB
ALQ=WQ*ALAMB
RETURN
END
00049600
00049700
00049800
00049900
00050000
00050100
00050200
00050300
00050400
00050500
00050600
SE

```

```

=====
SUBROUTINE FILA4(NC,RHO,ALAMB,ALQ,WQ,ALFA,PC)
AC=NC
BC=MC
RHA=RHO*AC
P11=0
P12=0
P21=0
P22=0
P3=0
DO 1 J=1,NC-1
A=FAT(MC)*(RHA**J)/(FAT(J)+FAT(NC-J))
P11=P11+A
P12=P12+J*A
P3=P3+(NC-J)*A
1 CONTINUE
DO 2 J=NC,MC
A=FAT(MC)*(RHA**J)/(CAC**J-NC))*FAT(MC-J))
P21=P21+A/FAT(NC)
P22=J*A
2 CONTINUE
P1=1.0/P11
P3=1.0/(P1+P21)
AL=PD*(P12+P22/FAT(NC))
P3=AC*P3
ALQ=AL-AC*PD*P3
WQ=ALQ/CALAMB*(BC-AL)
ALFA=WQ*ALAMB/CAC/RHO
RETURN
END
00050700
00050800
00050900
00051000
00051100
00051200
00051300
00051400
00051500
00051600
00051700
00051800
00051900
00052000
00052100
00052200
00052300
00052400
00052500
00052600
00052700
00052800
00052900
00053000
00053100
00053200
00053300
00053400
00053500
SE

```

FOI
FOI
FOI

```

SUBROUTINE ESCRIB
COMMON/CARECA/NTIPJ*(6),DESC(6,6),IQ,GESAC(5,5)
COMMON/PRI/NAVMS,L21,NSBAY,R401,CAPAC1,W01,ANAVMS,ALQ1
COMMON/SEG/RH02,CAPAC2,W02
COMMON/TEP/PH01,CAPAC3,W03
COMMON/ARMA/RSES,RTOT,RMAX
COMMON/CUA/PH04,LQ4,LSEV0A,CAFAC4,W04,CMHES1,ALQ4
COMMON/GLOBAL/NOGLJ,NSUB,AMAXID,LQT
COMMON/FISI/ARBAY,ARMAZC,ARMAZD,ACVI,NVIS,TEMAR,AFLUI,AFLUD
COMMON/QUANT/BERCO,NEQUIP,NPOSTO,NBAIA,NCANIN,EST00
COMMON/ANAVI/COMPV,CALYAV,DWNTAV,DWTCAM
COMMON/TAYAS/ALAMV,ALAMCP,UMIBER,UMICVI,UMIVIS,UMIALF,UMIBAI
COMMON/NIVEL/SERGLJ,SERBER,SERCVI,SERALF,SERVBA
COMMON/TIPOS/TIPO,KIN,AKULT
COMMON/CFI/IFI1,IFI2,IFI3,IFI4
IF (ANA,MS,LT,0.0)GO TO 10
WRITE(6,12)(DESC(IQ,IC),IC=1,6),NAVMS,LQ1,NSBAY
12 FORMAT(1H1,///,T35,'ANALISE OPERACIONAL DO SISTEMA PORTO',////,
IT38,6A6,T10,////,
1 'COMPONENTE BAIJA DE ESPERA',T60,'HA VIOLACAO DE NIVEL DE SERVIC
2)',///,T60,'I3,3X,'NAVIOS DA FILA MEDIA DE ESPERA COMPOSTA',///,T60,
2 ' DE ',I3,
3'NAVIOS FICAM DESABRIGADOS',///,T60,'POIS A BAIJA DE ESPERA SO'
4' COMPORTA ',I3,' NAVIJS')
GO TO 13
10 WRITE(6,14)(DESC(IQ,IC),IC=1,6),LQ1,NSBAY
14 FORMAT(1H1,///,T35,'ANALISE OPERACIONAL DO SISTEMA PORTO',////,
IT38,6A6,////,
IT10,'COMPONENTE BAIJA DE ESPERA',T60,'NAO HA VIOLACAO DE NIVEL DE'
2' SERVICIO',///,T60,'TODOS ',I3,' NAVIJS DA FILA DE ESPERA SAC ABR'
3,'IGADOS',///,T60,'NA BAIJA DE ESPERA QUE COMPORTA ATE ',I3,' NAV',
4' IJS')
13 CONTINUE
IF(SERBER,LT,W01) GO TO 15
WRITE(6,16)RH01,CAPAC1,W01,SERBER
16 FORMAT(///,T10,'COMPONENTE BERCOS DE ATRACACAO',T60,'NAO HA VIO',
1'LACAO DE NIVEL DE SERVICIO',///,T12,' RH01=',F5.3,T60,'O TEMPO ME'
2,'O DE ESPERA PARA O NAVIO SER ATENDIDO',///,T10,'FLUXO =',
3F10.2,' TON/DIA',
3T60,' DE ',F7.2,' HORAS E MENOR QUE O TEMPO MEDIO DE ',///,T60,
4'ESPERA ADMISSIVEL DE ',F7.2,' HORAS')
GO TO 17
15 WRITE(6,18)PH01,CAPAC1,W01,SERBER
18 FORMAT(///,T10,'COMPONENTE BERCOS DE ATRACACAO',T60,' HA VIO
1'LACAO DE NIVEL DE SERVICIO',///,T12,' RH01=',F5.3,T60,'O TEMPO ME
2'DIO DE ESPERA PARA O NAVIO SER ATENDIDO',///,T12,'FLUXO =',
3F10.2,' TON/DIA',T60,' DE ',F10.2,
3' HORAS E MENOR QUE O TEMPO MEDIO DE ',///,T60,'ESPERA',
4' ADMISSIVEL DE ',F10.2,' HORAS')
17 CONTINUE
IF(TIPO,EQ,51)GO TO 1
IF(TIPO,NE,55)GO TO 25
1 IF(SERCVI,GE,W02)GO TO 19
WRITE(6,20)RH02,CAPAC2,W02,SERCVI
20 FORMAT(///,T10,'COMPONENTE CIRCUITO VIARIO INTERNO AO PORTO',T60
1,' HA VIOLACAO DE NIVEL DE SERVICIO',///,T12,' RH02=',F5.3,T60,'O
2'TEMPO MEDIO DE ESPERA PARA O VEICULO NO C. VIARIO SER ',

```

FOI
FOI
FOI00053600
00053700
00053800
00053900
00054000
00054100
00054200
00054300
00054400
00054500
00054600
00054700
00054800
00054900
00055000
00055100
00055200
00055300
00055400
00055500
00055600
00055700
00055800
00055900
00056000
00056100
00056200
00056300
00056400
00056500
00056600
00056700
00056800
00056900
00057000
00057100
00057200
00057300
00057400
00057500
00057600
00057700
00057800
00057900
00058000
00058100
00058200
00058300
00058400
00058500
00058600
00058700
00058800
00058900
00059000
00059100
00059200

```

2//T12,"FLUXO" *,"F10.2," TON/DIA"
3,T60,"ATENDIDO DE,"F10.5," HORAS E MAIOR QUE",
4" O TEMPO MEDIO *///T60,"DE ESPERA ADMISSIVEL DE,"F10.2,
5" HORAS")
GO TO 21
19 WRITE(6,22)RHO2,CAPAC2,WG2,SERCVI
22 FORMAT(////T10,"COMPONENTE CIRCUITO VIARIO INTERVO AO PORTO",T60
1,"NAO HA VIOLACAO DE NIVEL DE SERVICIO",///F12,"RHO2=",F5.3,T60,"O
2TEMPO MEDIO DE ESPERA PARA O VEICULO NO C. VIARIO SER ",
2//T12," FLUXO" =,"F10.2," TON/DIA"
3,T60,"ATENDIDO DE,"F10.5," HORAS E MENOR QUE",
4" O TEMPO MEDIO *///T60,"DE ESPERA ADMISSIVEL DE,"F10.2,
5" HORAS")
21 CONTINUE
IF(SERLFT.LT.WG3)GO TO 23
WRITE(6,24)WG3,SERLFT
24 FORMAT(////T10,"COMPONENTE ALFANDEGA",T60,"NAO HA VIOLACAO DE N
2IVEL DE SERVICIO",///T60,"O TEMPO MEDIO DE ESPERA
2 PARA UM LOTE ",
2 "DE CARGA SER",///T60,"VISTORIADA DE"
3,"F10.5," HORAS",///T60,"E MENOR QUE O TEMPO MEDIO DE"
4,"///T60,"ESPERA ADMISSIVEL DE ",F10.2," HORAS")
GO TO 25
23 WRITE(6,26)WG3,SERLFT
26 FORMAT(////T10,"COMPONENTE ALFANDEGA",T60," HA VIOLACAO DE "
2,"NIVEL DE SERVICIO",///T60,"O TEMPO MEDIO DE"
2," ESPERA PARA UM LOTE DE CARGA SER",///
2T60,"VISTORIADA DE"
3,"F10.5," HORAS",///T60,"E MAIOR QUE O TEMPO MEDIO DE"
4,"///T60,"ESPERA ADMISSIVEL DE ",F7.2," HORAS")
25 CONTINUE
IF(TIPO.NE.51)GO TO 31
IF(RSES)28,29,29
28 RSES=-RSES
WRITE(6,30)RSES,RTOT,ARMAZC,ARMAZD
30 FORMAT(////T10,"COMPONENTE ARMAZENAGEM",T60,"HA VIOLACAO DE NIV"
1,"EL DE SERVICIO",///T60,F10.0," TONELADAS DE CARGA NAO TEM ESPACO"
2," PARA SEREM ESTOCADAS",///T60,"PARA UMA CAPACIDADE TOTAL DE ARM"
4,"AZENAGEM DE ",F10.2," TONELADAS",///T60,"DIVIDIDA ENTRE",F10.2,
5" TONELADAS EM ARMAZENS COBERTOS",///T60,"E",F10.2," TONELADAS"
6," EM ARMAZENS DESCOBERTOS")
GO TO 31
29 RCDB=RTOT-ARMAZD
RSES=RCDB-RMAX
IF(RSES)32,33,33
32 RSES=-RSES
WRITE(6,34)RSES,RTOT,ARMAZC,ARMAZD
34 FORMAT(////T10,"COMPONENTE ARMAZENAGEM",T60," HA VIOLACAO PARC"
1,"IAL DE NIVEL DE SERVICIO",///T60,"TODA CARGA E ARMAZENADA,POREN"
2,"F10.0," TONELADAS DE CARGA",///T60,"SERAO ESTOCADAS EM ARMAZENS"
2," DESCOBERTOS",///T60,"PARA UMA CAPACIDADE DE ARMAZENAGEM TOTAL"
4," DE",F10.2," TONELADAS",///T60,"DIVIDIDA ENTRE",F10.2," TONELA"
5,"DAS EM ARMAZENS COBERTOS",///T60,"E",F10.2," TONELADAS EM AR"
6,"MAZENS DESCOBERTOS")
GO TO 31
33 WRITE(6,35)RTOT,ARMAZC,ARMAZD
35 FORMAT(////T10,"COMPONENTE ARMAZENAGEM",T60,"NAO HA VIOLACAO O"
1,"E NIVEL DE SERVICIO",///T60,"TODA CARGA EM MEDIA, SERA ESTOCADA "
2," NOS ARMAZENS COBERTOS",///T60,"PARA UMA CAPACIDADE TQTL DE AR"
4,"MAZENAGEM DE ",F10.2," TONELADAS",///T60,"DIVIDIDA ENTRE",F10.2

```

```

00059300
00059400
00059500
00059600
00059700
00059800
00059900
00060000
00060100
00060200
00060300
00060400
00060500
00060600
00060700
00060800
00060900
00061000
00061100
00061200
00061300
00061400
00061500
00061600
00061700
00061800
00061900
00062000
00062100
00062200
00062300
00062400
00062500
00062600
00062700
00062800
00062900
00063000
00063100
00063200
00063300
00063400
00063500
00063600
00063700
00063800
00063900
00064000
00064100
00064200
00064300
00064400
00064500
00064600
00064700
00064800
00064900
00065000
00065100
00065200

```

```

5."TONELADAS EM ARMAZENS COBERTOS",//,T60,"E",F10.2," TONELADAS " 00065300
6."EM ARMAZENS DESCOBERTOS") 00065400
31 CONTINUE 00065500
  IF(ITIPO.EQ.55)GO TO 95 00065600
  IF(RSES)99,91,91 00065700
90 RSES=RSES 00065800
  WRITE(6,80)RSES,ARMAZC 00065900
80 FORMAT(////,T10,"COMPONENTE ARMAZENAGEM",T60," NA VIOLACAO ", 00066000
  1."DE NIVEL DE SERVICO",//,T60,"F10.0," CONTEINERES NAO SAO ARMAZE" 00066100
  2."NADOS",//,T60,"NO PATEO, CUJA CAPACIDADE NOMINAL E DE ",F10.2 00066200
  2." CONTEINERES") 00066300
  GO TO 95 00066400
91 WRITE(6,81)ARMAZC 00066500
81 FORMAT(////,T10,"COMPONENTE ARMAZENAGEM",T60," NA VIOLACAO D" 00066600
  1."E NIVEL DE SERVICO",//,T60,"TODOS CONTEINERES SAO ARMAZENADOS " 00066700
  2." NO PATEO DE CONTEINERES",//,T60,"CUJA CAPACIDADE NOMINAL E DE " 00066800
  4,"F10.2," CONTEINERES") 00066900
95 CONTINUE 00067000
  IF(ITIPO.EQ.52)GO TO 100 00067100
  IF(ITIPO.EQ.53)GO TO 100 00067200
  IF(ITIPO.EQ.54)GO TO 100 00067300
  IF(ITIPO.EQ.56)GO TO 100 00067400
  GO TO 95 00067500
100 IF(RSES)93,94,94 00067600
93 RSES=RSES 00067700
  WRITE(6,82)RSES,ARMAZC 00067800
92 FORMAT(////,T10,"COMPONENTE ARMAZENAGEM",T60," NA VIOLACAO ", 00067900
  1."DE NIVEL DE SERVICO",//,T60,"F10.0," TONELADAS DE CARGA NAO ", 00068000
  2."SERAO ARMAZENADAS",//,T60,"A CAPACIDADE TOTAL DE ARMAZENAGE" 00068100
  2,"M E DE ",F10.2," TONELADAS") 00068200
  GO TO 96 00068300
94 WRITE(6,83)ARMAZC 00068400
83 FORMAT(////,T10,"COMPONENTE ARMAZENAGEM",T60," NA VIOLACAO D" 00068500
  1."E NIVEL DE SERVICO",//,T60,"TODA CARGA, EM MEDIA, SERA ESTOCAD" 00068600
  2."A",//,T60,"A CAPACIDADE TOTAL DE ARMAZENAGEM E DE ",F10.0, 00068700
  4," TONELADAS") 00068800
96 CONTINUE 00068900
  IF(ITIPO.EQ.53)GO TO 50 00069000
  IF(ITIPO.EQ.54,OR,ITIPO.EQ.56)GO TO 200 00069100
  IF(SERVBA.LT.WQ4)GO TO 36 00069200
  WRITE(6,37)RHQ4,CAPAC4,WCA,SERVBA 00069300
37 FORMAT(////,T10,"COMPONENTE BAIAS DE DESP/RECEPCAO RODUVIARIA",T6 00069400
  10,"NAO HA VIOLACAO DE NIVEL DE SERVICO",//,T12,"RHQ4=",F5.3,T60,"O 00069500
  2 TEMPO MEDIO DE ESPERA PARA O CAMINHAO SER ATENDIDO",//,T12," FLUX 00069600
  4) =",F10.2," TON/DIA ",T60,"DE",F10.5," HORAS E MAIOR QUE 00069700
  5 O TEMPO MAXIMO",//,T60,"DE ESPERA ADMISSIVEL,DE",F10.2," HORAS") 00069800
  GO TO 38 00069900
36 WRITE(6,39)RHQ4,CAPAC4,WQ4,SERVBA 00070000
39 FORMAT(////,T10,"COMPONENTE BAIAS DE DESP/RECEPCAO RODUVIARIA",T6 00070100
  10," NA VIOLACAO DE NIVEL DE SERVICO",//,T12,"RHQ4=",F5.3,T60,"O 00070200
  2 TEMPO MEDIO DE ESPERA PARA O CAMINHAO SER ATENDIDO",//,T12," FLUX 00070300
  4) =",F10.2," TON/DIA ",T60,"DE",F10.5," HORAS E MAIOR QUE 00070400
  5 O TEMPO MAXIMO",//,T60,"DE ESPERA ADMISSIVEL,DE",F10.2," HORAS") 00070500
38 CONTINUE 00070600
  IF(CHEST.GT.0.0)GO TO 40 00070700
  WRITE(6,41)LQ4,LSEVBA 00070800
41 FORMAT(////,T12,"COMPONENTE ESTACIONAMENTO PARA CAMINHOS",T60,"N 00070900
  1AO HA VIOLACAO DE NIVEL DE SERVICO",//,T60,"A FILA MEDIA DE",I3," 00071000
  2CAMINHOS A ESPERA DE SEREM ATENDIDOS",//,T60,"E COMPORTADA NO", 00071100
  3" ESTACIONAMENTO PARA CAMINHOS DE ",I3," VEICULO") 00071200

```

```

50 TO 50
40 WRITE(6,42)L04,LSEV8A
42 FORMAT(//////,T12,"COMPONENTE ESTACIONAMENTO PARA CAMINHOS",T60,"
1 HA VIOLACAO DE NIVEL DE SERVICIO",T60,"A FILA MEDIA DE",I3,"
2CAMINHOS A ESPERA DE SEREM ATENDIDOS",T60,"NAO E COMPORTADA NO
3 ESTACIONAMENTO PARA CAMINHOS DE ",I5," VEICULOS")
50 TO 50
200 IF(SERV8A.LI.W04)GO TO 201
WRITE(6,202)RH04,CAPAC4,W04,SERV3A
202 FORMAT(//////,T10,"COMPONENTE BAIAS DE DESP/RECEP. FERROVIARIA ",T6
10,"NAO HA VIOLACAO DE NIVEL DE SERVICIO",T12,"R04=",F5.3,T60,"O
2 TEMPO MEDIO DE ESPERA PARA O COMBUIO SER ATENDIDO",T12," FLUX
43 =",F10.2," TON/DIA ",T60,"DE",F10.3," DIAS E MENOR QUE
5 O TEMPO MAXIMO",T60,"DE ESPERA ADMISSIVEL,DE",F10.3," DIAS ")
50 TO 204
201 WRITE(6,203)RH04,CAPAC4,W04,SERV3A
203 FORMAT(//////,T10,"COMPONENTE BAIAS DE DESP/RECEP. FERROVIARIA ",T6
10," HA VIOLACAO DE NIVEL DE SERVICIO",T12,"R04=",F5.3,T60,"O
2 TEMPO MEDIO DE ESPERA PARA O COMBUIO SER ATENDIDO",T12," FLUX
43 =",F10.2," TON/DIA ",T60,"DE",F10.3," DIAS E MAIOR QUE
5 O TEMPO MAXIMO",T60,"DE ESPERA ADMISSIVEL,DE",F10.3," DIAS ")
204 CONTINUE
IF(CMEST.GT.0.0)GO TO 205
WRITE(6,206)L04,LSEV8A
206 FORMAT(//////,T12,"COMPONENTE ESTACIONAMENTO PARA COMBOIOS ",T60,"N
140 HA VIOLACAO DE NIVEL DE SERVICIO",T60,"A FILA MEDIA DE",I3,"
2COMBOIOS A ESPERA DE SEREM ATENDIDOS",T60,"E COMPORTADA NO",
3" ESTACIONAMENTO PARA COMBOIOS DE ",I3," VEICULOS")
50 TO 50
205 WRITE(6,207)L04,LSEV8A
207 FORMAT(//////,T12,"COMPONENTE ESTACIONAMENTO PARA COMBOIOS ",T60,"
1 HA VIOLACAO DE NIVEL DE SERVICIO",T60,"A FILA MEDIA DE",I3,"
2COMBOIOS A ESPERA DE SEREM ATENDIDOS",T60,"NAO E COMPORTADA N
3) ESTACIONAMENTO PARA COMBOIOS DE ",I5," VEICULOS")
50 CONTINUE
*****
WRITE(6,43)(DES(I),IC),IC=1,6)
43 FORMAT(IH1,////,T30,"CARACTERISTICAS GLOBAIS DO DESEMPENHO PORTUARI
1)",T30,6A6)
W0GLO=W0GLO/24.0
IF(SERGL0.LI.W0GLO)GO TO 44
WRITE(6,46)W0GLO,SERGL0
46 FORMAT(////,T25,"NAO HA VIOLACAO DE NIVEL DE SERVICIO GLOBAL",T2
15,"O TEMPO MEDIO DE PERMANENCIA DA CARGA NO SISTEMA,DE",F10.2," DI
245 =",T25,"E MENOR QUE O TEMPO MAXIMO DE PERMANENCIA ADMISSIVEL,
3",F10.2," DIAS")
50 TO 51
44 WRITE(6,45)W0GLO,SERGL0
45 FORMAT(////,T25," HA VIOLACAO DE NIVEL DE SERVICIO GLOBAL",T2
15,"O TEMPO MEDIO DE PERMANENCIA DA CARGA NO SISTEMA,DE",F10.2," DI
245 =",T25,"E MAIOR QUE O TEMPO MAXIMO DE PERMANENCIA ADMISSIVEL,
3",F10.2," DIAS ")
51 CONTINUE
WRITE(6,110)AMAXIO,(DESA(I,NSUB),I=1,5)
110 FORMAT(////,T40,"CAPACIDADE MAXIMA DE MOVIMENTACAO",
1//,T43,F10.3," TON/DIA",T25,"CONDICIONADA PELO",
2" SUBSISTEMA",3X,SA6)
RETURN
END

```


ANEXO B - MANUAL E LISTAGENS DO MODELO GPSS

a) Campos a serem preenchidos num comando do programa GPSS

coluna	2 - 6	8 - 18	19-..	..-72
	location	operation	operands	coments

Location ou endereçamento representa um endereço numérico ou alfanumérico dado a um comando e referenciado por outro. (opcional).

Operation ou comando contém o nome do comando ou bloco GPSS que esta sendo usado. (obrigatório).

Operands ou atributos do comando são requisitos exigidos pelo bloco para sua efetiva utilização e devem ser fornecidos sem espaço em branco e separados por vírgula. (obrigatório).

Coments ou comentários são posicionados após o último operando, separado por um espaço em branco e descreve ou comenta particularidades do comando ou da simulação. (opcional).

b) Início do programa - 12 cartão

8
SIMULATE Este comando precede qualquer outro e é responsável pelo início da simulação, após o programa ter sido compilado.

c) Blocos que criam e movem transações.

8 19
GENERATE A,B,C,D,F-I Este comando gera as transações.

A- média de tempo entre gerações consecutivas.
B- modificador que pode ser uma constante ou uma função específica aplicável à média fornecida.
C- tempo inicial para a primeira transação ser criada.
D- número máximo de transações a serem criadas.
E- nível de prioridade inicialmente dada à transação.
F-I - número de parâmetros fixados para as transações criadas.

8 19
SPLIT A,B,C Este comando duplica a transação que por ele passar.

A- número de duplicações
B- número do comando para onde devem ser enviadas às transações criadas.

C- número de parâmetros criados com as novas transações.

B	19	
ADVANCE	A,B	Este comando faz a transação avançar no tempo de simulação.

A- tempo médio de avanço.

B- modificador que pode ser uma constante ou uma função específica aplicada ao tempo médio de avanço.

d) Blocos que transferem o caminho da transação entre o fluxo de comandos.

B	19	
TRANSFER	,A	
TRANSFER	.KKK,A,B	
TRANSFER	BOTH,A,B	

O primeiro comando transfere a transação incondicionalmente para o bloco cujo endereçamento seja A. O segundo comando transfere a transação para o bloco endereçado por A, se após efetuado um sorteio aleatório de um número entre 0 e 1, este for maior que .KKK. Caso contrário transfere para o endereço B. O terceiro comando TRANSFER movimenta a transação para o endereço A ou B que estiver desbloqueado.

Embora sejam estas as opções mais usadas do comando TRANSFER, existem ainda mais 5 opções.

e) Blocos que representam as FACILIDADES a serem ocupadas pelas transações.

B	19	
SEIZE	A	Ocupa a facilidade de nome ou nº A
RELEASE	A	Desocupa a facilidade de nome ou nº A
ENTER	A,B	Ocupa B posições da facilidade A
LEAVE	A,B	Desocupa B posições da facilidade A
STORAGE	A,C	Declara o número máximo de posições C da facilidade A.

f) Blocos que computam estatísticas das transações

2	B	19	
	QUEUE	A	Entra na fila A
	DEPART	A	Deixa a fila A
	MARK	KPJ	Acumula o tempo de passagem da transação por aquele ponto no parâmetro K do tipo j.
	TABULATE	A	Guarda o tempo de saída da transação da tabela A.
A	TABLE	PJK	Tabula os tempos de entrada no comando MARK e de saída do comando TABULATE

g) Blocos que acumulam valores numéricos ou alfanuméricos das transações.

B	19		
ASSIGN	K,H,PJ		Guarda no parâmetro K do tipo j o valor H.
SAVEVALUE	K,H,XJ		Guarda no SAVEVALUE K do tipo j o valor H.
INITIAL	XJ,L		Inicializa SAVEVALUE K do tipo j com o valor L.

A diferença entre os comandos SAVEVALUE e ASSIGN é que o primeiro acumula valores comuns a todas as transações que por ele passarem e o segundo acumula valores exclusivos de cada transação.

h) Bloco de definição de funções.

2	B	19	
C	FUNCTION	A,Bj	identifica a função com indicador A (que pode ser a média ou um gerador de número aleatório), do tipo B (discreta, contínua ou definida por j pontos).

i) Blocos que testam condições e bloqueiam facilidades.

B	14	19	
LOGIC	Mo	A	O status da chave A é modificado para Mo.
GATE	Ma	A,B	A condição Ma é testada para a facilidade A e se for falsa a transação irá para o endereço B.
TEST	Mb	A,B,C	Testa se o valor numérico A é maior que B e se for falso envia a transação para o endereço C.
FUNAVAIL		A	Bloqueia a facilidade A para a entrada de transações.
SUNAVAIL		A	Bloqueia o storage A.

j) Blocos que associam prioridades às transações.

B	19		
PREEMPT	A,B,C,D,E		A transação que entra nesse bloco tem a preferência de ocupar a facilidade A, nas condições B,C,D e E.
PRIORITY	A		A transação que passa por esse bloco passa a ter prioridade numérica A.

k) Blocos que destroem transações.

8	19	
ASSEMBLE	A	As transações do grupo criado pelo comando ASSEMBLE, ao passar por esse comando são destruídas, restando somente a transação original. O valor A representa o número total de transações duplicadas + 1.
TERMINATE	A	Destrói a transação que passar e acumula A valores na memória até que o valor total seja igual ao valor designado no comando START.

l) Blocos de controle da Simulação

8	19	
START	A	Indica quantas A transações devem ser criadas.
CLEAR		Destrói as estatísticas do processamento anterior.
RESET		Destrói somente as transações do processamento anterior mantendo os valores das estatísticas e outros parâmetros.
JOB		Separa diferentes modelos que podem ser simulados simultaneamente
END		Finaliza toda a simulação

RUI/FONTE/TESE/CARGA GERAL (01/21/85)

```

100  $B
200  $SINGLE
300  $SQUEEZE
400  SIMULATE
500  NOXREF
600  UNLIST      ABS
700  RMULT      5474859.9374758,3372641.7777829,1927494,5667473,0284373
800  *****
900  * SIMULACAO DO TERMINAL DE CARGA GERAL
1000 TABULATE     TEMPS      TABULA OCUPACAO
1100 TERMINATE     DESTROI TRANSACAO
1200 * DECLARACAO DE FUNCOES
1300 *   - HUM = INTERVALO ENTRE CHEGADA DE NAVIOS
1400 *   - OOTS = REPARTICAO DE IMPOR, EXPCR E AMBOS
1500 *   - TRES = O CARGA EXPORTADA, 1 CARGA IMPORTADA, 2 OPERACAO DUPLA
1600 *   - ODOZE = INTERVALO ENTRE CHEGADA DE CAMINHOS
1700 *   - TREZE = REPARTICAO DE CAMINHOS CHEIOS E VAZIOS
1800 *   - QUEB = REPARTICAO DE PARALIZACOES OCASIONAIS
1900 *   - VEIC = REPARTICAO DE VEICULOS NO C. VIARIO
2000 *
2100 HUM  FJNCTICA  RN2,EXPON,280
2200 OOTS FUNCTION  RN2,03
2300 .30,0/.60,1/1.,2
2400 TRES0 FUNCTION  RN2,C6
2500 .651,2000/.798,4000/.819,8000/.850,10000/.870,12000/1.0,20000
2600 TRES1 FUNCTION  RN2,C4
2700 .824,2000/.917,4000/.950,6000/1.,14000
2800 TRES2 FUNCTION  RN2,C4
2900 .514,1000/.675,2000/.863,3000/1.0,4000
3000 QUEB FUNCTION  RN2,EXPON,400
3100 ODOZE FUNCTION  RN2,EXPON,20
3200 TREZE FUNCTION  RN2,02
3300 .5,1/1.,2
3400 VEIC FUNCTION  RN2,04
3500 .6,2/.8,3/.9,4/1.,5
3600 *****
3700 ** INTERFACE HIDROVIARIA - CHEGADA DE NAVIOS
3800 *****
3900 GENEPATE 1,FN,HUM,2,,,5PF,15PH  GERA NAVIOS
4000 ASSIGN 1,FN,DOIS,,PH  SORTEIA OPERACAO
4100 QUEUE 1  ENTRA EM FILA
4200 ENTER 1  ALOCA BERCO
4300 DEPART 1  SAI DA FILA
4400 ADVANCE 57,30  AVANCA ATRACACAO
4500 MARK 1PF  TABULA OCUPACAO
4600 SELECT NU 2PH,1,38  SELECIONA E OCUPA
4700 SEIZE PH2  O BEFCO 1 OU 2
4800 TRANSFER SBR,ALOC,3PH  TRANSFERE PARA ALOC
4900 TRANSFER ,CONA  TRANSFERE PARA CONA
5000 ** ALOC = SJBROTINA DE TRANSBORO DE CARGAS *****
5100 ALOC ASSIGN 4,(PH2+1),PH  PREPARA OS PARAMETROS 4 E 5
5200 ASSIGN 5,(PH2+39),PH
5300 TEST NE PH1,0,EXPA  TESTA TIPO DE OPER.
5400 ASSIGN 6,FN,TRES1,PH  SORTEIA CARGA
5500 TABULATE IMPOR  TABULA TEMPO
5600 TRANSFER SBR,SUBI,7PH  TRANSFERE IMPORTACAO
5700 TEST E PH1,2,CONS  TESTA OPER. DUPLA

```

5800		ASSIGN	6,FN,TRES2,PH	SORTEIA CARGA
5900		TABULATE	AMBOS	TABULA OPER. DUPLA
6000		TRANSFER	SBR,SUBE,7PH	TRANSFERE EXPORTACAO
6100		TRANSFER	PH,3,1	RETORNA PARA ALOC
6200	CONB	TRANSFER	PH,3,1	RETORNA PARA ALOC
6300	EXPA	ASSIGN	6,FN,TRES0,PH	SORTEIA CARGA
6400		TABULATE	EXPOR	TABULA OPERACAO
6500		TRANSFER	SBR,SUBE,7PH	TRANSFERE PARA SUBE
6600		TRANSFER	PH,3,1	RETORNA PARA ALOC
6700	CONA	RELEASE	PH2	DESOCUPA O BERCO I
6800		LEAVE	1	DESOCUPA OS BERÇOS
6900		ADVANCE	47,25	AVANCA DESATRACAO
7000		TABULATE	TEMP1	TABULA OCUPACAO
7100		TABULATE	TEMP2	TABULA OCUPACAO
7200		TERMINATE		DESTROE A TRANSACAO
7300	**	SUBI =	SUBROTINA DE IMPORTACAO	*****
7400	SUBI	MARK	ZPF	INICIA PARAMETRO
7500		ASSIGN	8,FN,VEIC,PH	SORTEIA VEICULOS
7600		SPLIT	PH8,VIAR	CRIA OS VEICULOS
7700		TRANSFER	,VAIA	TRANSFERE P/VAIA
7800	VIAR	ASSIGN	9,(PH2+2),PH	INICIA PARAMETRO
7900	VARR	SAVEVALUE	PH9+,XH1,XH	ARMAZENA VALOR XH1
8000		QUEUE	PH4	ENTRA FILA BERCO
8100		ENTER	PH4	OCUPA VAGA PORTEINER
8200		DEPART	PH4	SAI DA FILA BERCO
8300		ADVANCE	17,7	AVANCA OPERACAO
8400		LEAVE	PH4	DESOCUPA PORTEINER
8500		ADVANCE	3,1	AVANCA C. VIARIO
8600		QUEUE	PH5	ENTRA FILA PATIO
8700		ENTER	PH5	OCUPA BAIJA PATIO
8800		DEPART	PH5	SAI FILA PATIO
8900		TEST L	(XH*PH9+S80),XF5	TESTA ESTOQUE PATIO
9000		ADVANCE	17,7	AVANCA OPERACAO
9100		LEAVE	PH5	DESOCUPA BAIJA PATIO
9200		ADVANCE	10,5	AVANCA C. VIARIO
9300		TEST GE	XH*PH9,PH6,VARR	TESTA FIM DO TRANSBERCO
9400	VAIA	ASSEMBLE	(PH8+1)	DESTROE CAMINHOS
9500		SAVEVALUE	(PH2+2),0,XH	ZERA SAVEVALUE
9600		SPLIT	1,VAIC	CRIA TRANSACAO PATIO
9700		TRANSFER	PH,7,1	TRANSFERE P/VAIO
9800	VAIC	ADVANCE	72,24	AVANCA VISTORIA ALF.
9900		ENTER	80,PH6	CARREGA O PATIO
10000		SAVEVALUE	1+,PH6,XF	ACUMULA CARGA MOVIM.
10100		TABULATE	TEMP3	TABULA OCUPACAO
10200		TERMINATE		DESTROE TRANSACAO
10300	***	SUBE =	SUBROTINA EXPORTACAO	*****
10400	SUBE	MARK	3PF	INICIA PARAMETRO
10500		ASSIGN	8,FN,VEIC,PH	SORTEIA VEICULOS
10600		ADVANCE	48,24	AVANCA VISTORIA
10700		SPLIT	PH8,CIRC	
10800		TRANSFER	,VAIB	TRANSFERE P/VAIB
10900	CIRC	ASSIGN	10,(PH2+40),PH	INICIA PARAMETRO
11000	CARR	TEST G	S81,0	TESTA NIVEL PATIO
11100		SAVEVALUE	PH10+,XH1,XH	ACUMULA CARGA
11200		LEAVE	81,XH2	CONTAINER SAI DO PATIO
11300		QUEUE	PH5	ENTRA FILA PATIO
11400		ENTER	PH5	OCUPA BAIJA PATIO
11500		DEPART	PH5	DESOCUPA FILA PATIO
11600		ADVANCE	17,7	AVANCA OPERACAO
11700		LEAVE	PH5	DESOCUPA BAIJA PATIO

11800		ADVANCE	6,2	PERCORRE C. VIAFIO
11900		QUEUE	PH4	ENTRA FILA BERCO
12000		ENTER	PH4	OCUPA PORTAINER
12100		DEPART	PH4	SAI FILA BERCO
12200		ADVANCE	17,7	AVANCA OPERACAO
12300		LEAVE	PH4	DESOCUPA BERCO
12400		ADVANCE	6,2	AVANCA C. VIARIO
12500		TEST GE	XH*PH10,PH6,CARF	TESTA FIM TRANSBERCO
12600	VAIB	ASSEMBLE	(PH8,1)	DESTROE CAMINHOS
12700		SAVEVALUE	(PH2,40),C,XH	ZERA SAVEVALUE
12800		SAVEVALUE	2,PH6,XF	ACUMULA CAPGA NOV.
12900		TABULATE	TEMP4	TABULA OCUPACAO
13000		TRANSFER	PH,7,1	TRANSFERE SUBI
13100				
13200				
13300				
13400				
13500		GENERATE	1,0,1,1,4P,1PF	GERA TRANSAÇÃO ÚNICA
13600		MARK	1PF	MARCA PARAMETRO 1
13700		LOGIC S	CLOSE	ABRE A CHAVE LOGICA
13800		SPLIT	1,PRAH	TRANSFERE PRAH
13900		SPLIT	1,PRAL	TRANSFERE PRAL
14000	PRAG	GATE LS	CLOSE	TESTA CHAVE LOGICA
14100		SPLIT	1,PRAF	TRANSFERE PRAF
14200		ADVANCE	FNSDZE	INTERVALO CHEG. CAMINHOS
14300		TRANSFER	,PRAG	TRANSFERE PRAG
14400	PRAF	ASSIGN	2,FNSTREZE,PH	SORTEIA OPERACAO
14500		TEST E	PH2,1,AFF	TESTA TIPO DE OPERACAO
14600		QUEUE	80	ENTRA FILA CAMINHOS VAZIOS
14700		ENTER	82	ENTRA BAIAS DE DESPACHO
14800		DEPART	80	SAI DA FILA
14900		TEST G	(S80-XF3),C	TESTA NIVEL ARMAZEM
15000		LEAVE	80,XF3	RETIRA CARGA DO ARMAZEM
15100		ADVANCE	40,10	AVANCA CARREGAMENTO CAMINHAO
15200		LEAVE	82	SAI DA BAIJA
15300		TRANSFER	,BFF	TRANSFERE BFF
15400	AFF	QUEUE	81	ENTRA FILA CAMINHOS CHEIOS
15500		ENTER	83	ENTRA BAIAS DE RECEPCAO
15600		DEPART	81	SAI DA FILA
15700		TEST L	(S81+XF4),XF6	TESTA NIVEL ARMAZEM
15800		ENTER	81,XF4	CARREGA ARMAZEM
15900		ADVANCE	35,10	AVANCA DESCARREG. CAMINHAO
16000		LEAVE	83	SAI DA BAIJA
16100	BFF	TABULATE	TEMP5	TABULA OCUPACAO CA BAIJA
16200		TERMINATE		DESTROI TRANSAÇÃO
16300		GENERATE	1440	GERA PERIODO DIARIO
16400		SUNAVAIL	1-83	BLOQUEIA "STORAGES"
16500		FUNAVAIL	1-38	BLOQUEIA FACILIDADES
16600		LOGIC R	CLOSE	FECHA A CHAVE LOGICA
16700		ADVANCE	600	AVANCA PERIODO NOTURNO
16800		FAVAIL	1-38	DESBLOQUEIA
16900		SAVAIL	1-83	DESBLOQUEIA
17000		LOGIC S	CLOSE	ABRE A CHAVE LOGICA
17100		TERMINATE		DESTROE AS TRANSAÇÕES
17200	PRAL	GATE LS	CLOSE	VERIFICA PERIODO NOT.
17300		MARK	1PF	MARCA PARAMETRO 1
17400		ADVANCE	FNSQUEB	SORTEIA INT. ENTRE FALHAS
17500		TABULATE	FALHA	TABULA INTERVALO FALHAS
17600		SPLIT	1,PRAN	TRANSFERE PARA PRAN
17700	PRAN	TRANSFER	,PRAL	TRANSFERE PRAL
		SUNAVAIL	1-83	BLOQUEIA "STORAGES"

* SUBROTINA DE ANALISE DE VEICULOS TERRESTRES *

```

17800          FUNAVAIL      1-38          BLOQUEIA FACILIDADES
17900          ADVANCE      30,15          AVANCA PARALIZACAO
18000          FAVAIL       1-38          DESBLOQUEIA
18100          SAVAIL       1-83          DESBLOQUEIA
18200          TERMINATE
18300 PRAH  ENTER          80, XF7        DESTROI TRANSACAO
18400          ENTER          81, XF8
18500          ASSIGN        2, 38, PH
18600          ASSIGN        1, 1, PH
18700 SLOOP SEIZE          PH1          COMANDOS DE COMPATIBILIZACAO
18800          RELEASE        PH1          PARA O USO DO "PACK" GPSS
18900          ASSIGN        1, 1, PH          NO SISTEMA 8-6900
19000 L001  LOOP          2PH, SLOOP    DO CCE, USP
19100          TERMINATE
19200          GENERATE      720          DESTROI TRANSACAO
19300          TERMINATE      1
19400 *****
19500 *          TABELAS DE OCUPACAO INSERIDAS NO MODELO
19600 *
19700 *          - TEMP1      = OCUPACAO DOS BERCOS SEM TEMPO DE ATRAC/DESATR.
19800 *          - TEMP2      = OCUPACAO DOS BERCOS
19900 *          - TEMP3      = OCUPACAO DOS BERCOS NA IMPORTACAO
20000 *          - TEMP4      = OCUPACAO DOS BERCOS NA EXPORTACAO
20100 *          - TEMP5      = OCUPACAO DAS BAIAS NA INTERFACE TERRESTRE
20200 *          - FALHA      = INTERVALO ENTRE FALHAS
20300 *          - IMPOR      = CARGA MOVIMENTADA NA IMPORTACAO
20400 *          - EXPOR      = CARGA MOVIMENTADA NA EXPORTACAO
20500 *          - AMBJS      = CARGA MOVIMENTADA TOTAL
20600 *****
20700 TEMP1 TABLE      MP1PF, 3000, 1000, 10
20800 TEMP2 TABLE      M1, 1000, 500, 10
20900 TEMP3 TABLE      MP2PF, 1000, 1000, 10
21000 TEMP4 TABLE      MP3PF, 3000, 1000, 10
21100 IMPOR TABLE      PH6, 1000, 1000, 14
21200 EXPOR TABLE      PH6, 1000, 1000, 14
21300 AMBJS TABLE      PH6, 1000, 1000, 14
21400 TEMP5 TABLE      MP1PF, 300, 300, 10
21500 FALHA TABLE      MP1PF, 100, 100, 10
21600 *****
21700 *          INICIALIZACAO DE "SAVEVALUES" E "STORAGES"
21800 *
21900 *          - XF1      = ACUMULA CARGA MOVIMENTADA NA IMPORTACAO
22000 *          - XF2      = ACUMULA CARGA MOVIMENTADA NA EXPORTACAO
22100 *          - XF3      = QTE. CARGA MOVIMENTADA PELO CAMINHO DE IMPORT.
22200 *          - XF4      = QTE. CARGA MOVIMENTADA PELO CAMINHO DE EXPORT.
22300 *          - XF4      = ESTOQUE NOMINAL DE IMPORTACAO
22400 *          - XF5      = ESTOQUE NOMINAL DE EXPORTACAO
22500 *          - XF7      = ESTOQUE MEDIO DE IMPORTACAO
22600 *          - XF8      = ESTOQUE MEDIO DE EXPORTACAO
22700 *          - XH1      = TONELAGEM HORA DESEMBARCADA
22800 *          - XH2      = TONELAGEM HORA EMBARCADA
22900 *          - S1      = NUMERO DE BERCOS
23000 *          - S2-39   = NUMERO DE POSICOES PARA CAMINHOS JUNTO AO NAVIO
23100 *          - S40-77  = NUMERO DE POSICOES PARA CAMINHOS JUNTO AOS ARMAZENS
23200 *          - S80      = ESTOQUE DE IMPORTACAO
23300 *          - S81      = ESTOQUE DE EXPORTACAO
23400 *          - S82      = NUMERO DE BAIAS DE DESPACHO PARA CAMINHOS
23500 *          - S83      = NUMERO DE BAIAS DE RECEPCAO PARA CAMINHOS
23600 *
23700          INITIAL      XH1, 15, XH2, 15

```


RUI/FONTE/TESE/CONTAINER (01/21/85)

```

100  $A
200  $SINGLE
300  $SQUEEZE
400  SIMULATE
500  NOXREF
600  UNLIST      ABS
700  RMULT      2538473,9274842,8267484,3974925,1827743,9273743,6778991
800  *****
900  * SIMULACAO DO TERMINAL DE CONTAINERES
1000 *****
1100 * DECLARACAO DE FUNCOES
1200 * - HUM = INTERVALO ENTRE CHEGADA DE NAVIOS
1300 * - DOIS = REPARTICAO DE IMPOR, EXPOR E AMBOS
1400 * - TRES = 0 CARGA IMPORTADA, 1 CARGA EXPORTADA
1500 * - DOZE = INTERVALO ENTRE CHEGADA DE CAMINHOS
1600 * - TREZE = REPARTICAO DE CAMINHOS CHEIOS E VAZIOS
1700 * - QUEB = REPARTICAO DE PARALIZACOES OPERACIONAIS
1800 * - VEIC = REPARTICAO DE VEICULOS NO C. VIARIO
1900 *
2000 HUM FUNCTION RN2,EXPON,2000
2100 DOIS FUNCTION RN2,03
2200 *416,0/766,1/1,2
2300 TRES0 FUNCTION RN2,C5
2400 *05,50/30,100/63,150/82,200/1,250
2500 TRES1 FUNCTION RN2,C3
2600 *45,100/74,200/1,300
2700 DOZE FUNCTION RN2,EXPON,20
2800 QUEB FUNCTION RN2,EXPON,200
2900 TREZE FUNCTION RN2,02
3000 *467,1/1,2
3100 VEIC FUNCTION RN2,04
3200 *2,2/6,3/9,4/1,5
3300 *****
3400 GENERATE 1,FNSHUM,2,,SPF,15PH GERA NAVIOS
3500 ASSIGN 1,FNSDOIS,,PH SORTEIA OPERACAO
3600 QUEUE 1 ENTRA EM FILA
3700 ENTER 1 ALOCA BERC0
3800 DEPART 1 SAI DA FILA
3900 ADVANCE 5/30 AVANCA ATRACACAO
4000 MARK 1PF TABULA OCUPACAO
4100 SELECT NU 2PH,1,2 SELECIONA E OCUPA
4200 SEIZE PH2 O BERC0 1 OU 2
4300 TRANSFER SBR,ALOC,3PH TRANSFERE PARA ALOC
4400 TRANSFER ,CONA TRANSFERE PARA CONA
4500 *** ALOC = SUBROTINA DE TRANSBORDO DE CARGAS *** *****
4600 ALOC ASSIGN 4,(PH2+1),PH PREPARA OS PARAM-
4700 ASSIGN 5,(PH2+3),PH TROS 4 E 5
4800 TEST NE PH1,0,EXPA TESTA TIPO DE OPER.
4900 ASSIGN 6,FNSTRES1,PH SORTEIA CARGA
5000 TABULATE IMPOR TABULA TEMPO
5100 TRANSFER SBR,SUBI,7PH TRANSFERE IMPORTACAO
5200 TEST E PH1,2,CONB TESTA OPER. DUPLA
5300 ASSIGN 6,FNSTRES0,PH SORTEIA CARGA
5400 TABULATE AMBOS TABULA OPER. DUPLA
5500 EXP8 TRANSFER SBR,SUBE,7PH TRANSFERE EXPORTACAO
5600 CON8 TRANSFER PH,3,1 RETORNA PARA ALOC
5700 EXPA ASSIGN 6,FNSTRES0,PH SORTEIA CARGA

```

5800		TABULATE	EXP01	TABULA OPERACAO
5900		TRANSFER	EXP3	TRANSFERE PARA EXPB
6000	CONA	RELEASE	PH2	DESOCCUPA O BERCO I
6100		LEAVE	1	DESOCCUPA OS BERCO S
6200		ADVANCE	47.25	AVANCA DESATRACAO
6300		TABULATE	TEMP1	TABULA OCUPACAO
6400		TABULATE	TEMP2	TABULA OCUPACAO
6500		TERMINATE		DESTRUI A TRANSACAO
6600	***	SUBI =	SUBROTINA DE IMPORTACAO	*****
6700	SUBI	MARK	2PF	INICIA PARAMETRO
6800		ASSIGN	8.FNSVEIC,PH	SORTEIA VEICULOS
6900		SPLIT	PH8,VIAR	CRIA OS VEICULOS
7000		TRANSFER	,VAIA	TRANSFERE P/VAIA
7100	VIAR	ASSIGN	9.(PH2+2),PH	INICIA PARAMETRO
7200	VARR	SAVEVALUE	PH9+,XH1,XH	ARMAZENA VALOR XH1
7300		QUEUE	PH4	ENTRA FILA BERCO
7400		ENTER	PH4	OCUPA VAGA PORTEINER
7500		DEPART	PH4	SAI DA FILA BERCO
7600		ADVANCE	7.2	AVANCA OPERACAO
7700		LEAVE	PH4	DESOCCUPA PORTEINER
7800		ADVANCE	4.1	AVANCA C. VIARIO
7900		QUEUE	PH5	ENTRA FILA PATIO
8000		ENTER	PH5	OCUPA BAI A PATIO
8100		DEPART	PH5	SAI FILA PATIO
8200		TEST L	(XH*PH9+S6),XH7	TESTA ESTOQUE PATIO
8300		ADVANCE	7.3	AVANCA OPERACAO
8400		LEAVE	PH5	DESOCCUPA BAI A PATIO
8500		ADVANCE	4.1	AVANCA C. VIARIO
8600		TEST G	XH*PH9,PH6,VARR	TESTA FIM DO TRANSACAO
8700	VAIA	ASSEMBLE	(PH8+1)	DESTRUI CAMINHOS
8800		SAVEVALUE	(PH2+2),0,XH	ZERA SAVEVALUE
8900		SPLIT	1,VAIC	CRIA TRANSACAO PATIO
9000		TRANSFER	,VAID	TRANSFERE P/VAID
9100	VAIC	ADVANCE	72.24	AVANCA VISTORIA ALF.
9200		ENTER	6,PH6	CARREGA O PATIO
9300		SAVEVALUE	1+,PH6,XF	ACUMULA CARGA MOVIM.
9400		TABULATE	TEMP3	TABULA OCUPACAO
9500		TERMINATE		DESTRUI TRANSACAO
9600	VAID	TRANSFER	PH,7.1	TRANSFERE PARA SUBI
9700	****	SUBE =	SUBROTINA EXPORTACAO	*****
9800	SUBE	MARK	3PF	INICIA PARAMETRO
9900		ASSIGN	8.FNSVEIC,PH	SORTEIA VEICULOS
10000		ADVANCE	48.24	AVANCA VISTORIA
10100		SPLIT	PH8,CIRC	
10200		TRANSFER	,VAIB	TRANSFERE P/VAIB
10300	CIRC	ASSIGN	10.(PH2+4),PH	INICIA PARAMETRO
10400	CARR	TEST G	S6,0	TESTA NIVEL PATIO
10500		SAVEVALUE	PH10+,XH1,XH	ACUMULA CARGA
10600		LEAVE	6,XH1	CONTEINER SAI DO PATIO
10700		QUEUE	PH5	ENTRA FILA PATIO
10800		ENTER	PH5	OCUPA BAI A PATIO
10900		DEPART	PH5	DESOCCUPA FILA PATIO
11000		ADVANCE	7.3	AVANCA OPERACAO
11100		LEAVE	PH5	DESOCCUPA BAI A PATIO
11200		ADVANCE	4.1	PERCORRE C. VIARIO
11300		QUEUE	PH4	ENTRA FILA BERCO
11400		ENTER	PH4	OCUPA PORTEINER
11500		DEPART	PH4	SAI FILA BERCO
11600		ADVANCE	7.2	AVANCA OPERACAO
11700		LEAVE	PH4	DESOCCUPA BERCO

11800		ADVANCE	4,1		AVANCA C. VIARIO
11900		TEST GE	XH*PH10,PH6,CARR		TESTA FIM TRANSACAO
12000	VAIB	ASSEMBLE	(PH8+1)		DESTRUI CAMINHOS
12100		SAVEVALUE	(PH2+4),0,XH		ZERA SAVEVALUE
12200		SAVEVALUE	2,PH6,XF		ACUMULA CARGA MOV.
12300		TABULATE	TEMP4		TABULA OCUPACAO
12400		TRANSFER	PH,7,1		TRANSFERE SUBI
12500	*****	SUBROTINA	DE ANALISE DE VEICULOS		TERRESTRES *****
12600		GENERATE	1,0,1,1,4PH,1PF		GERA CAMINHOS
12700		MARK	1PF		MARCA PARAMETRO 1
12800		LOGIC S	CLJSE		ABRE A CHAVE LOGICA
12900		SPLIT	1,PRAH		TRANSFEPE PRAH
13000		SPLIT	1,PRAL		TRANSFERE PRAL
13100	PRAG	GATE LS	CLJSE		TESTA PERIODO NOT.
13200		SPLIT	1,PRAF		DUPLICA TRANACAO
13300		ADVANCE	FNSOOZE		INTERVALO ENTRE CHEG.
13400		TRANSFER	,PRAG		TRANSFEPE PFAG
13500	PRAF	ASSIGN	2,FNSTREZE,,PH		SORTEIA OPERACAO
13600		QUEUE	8		ENTRA EM FILA
13700		ENTER	7		ALOCA BAIJA
13800		DEPART	8		SAI DA FILA
13900		TEST E	PH2,2,CONF		TESTA OPERACAO
14000		TEST L	S6,XH7		TESTA NIVEL DE ESTOQUE
14100		ENTER	6,1		ENTRA CONTAINER NO PATIO
14200		TRANSFER	,CONG		TRANSFEPE CONG
14300	CONF	TEST G	SS,0		TESTA NIVEL DE ESTOQUE
14400		LEAVE	6,1		SAI CONTAINER DO PATIO
14500	CONG	ADVANCE	10,3		AVANCA OPERACAO
14600		LEAVE	7		DE SOCUPA BAIJA
14700		TABULATE	TEMP5		TABULA OCUPACAO
14800		TERMINATE			DESTRUI CAMINHOS
14900	****	SUBROTINA	DE GERACAO DE PARALIZACOES		*****
15000		GENERATE	1440		GERA PERIODO DIARIO
15100		SUNAVAIL	1-7		BLOQUEIA "STORAGES"
15200		FUNAVAIL	1-2		BLOQUEIA FACILIDADES
15300		LOGIC R	CLJSE		FECHA A CHAVE LOGICA
15400		ADVANCE	720		AVANCA PERIODO NOTURNO
15500		FAVAIL	1-2		DESBLOQUEIA
15600		SAVAIL	1-7		DESBLOQUEIA
15700		LOGIC S	CLOSE		ABRE A CHAVE LOGICA
15800		TERMINATE	1		DESTRUI AS TRANSADES
15900	PRAL	GATE LS	CLJSE		VERIFICA PERIODO NOT.
16000		MARK	1PF		MARCA PARAMETRO 1
16100		ADVANCE	FNSQUEB		SORTEIA INT. ENTRE FALHAS
16200		TABULATE	FALHA		TABULA INTERVALO FALHAS
16300		SPLIT	1,PRAN		TRANSFERE PARA PRAN
16400		TRANSFER	,PRAL		TRANSFEPE PRAL
16500	PRAN	SUNAVAIL	1-7		BLOQUEIA "STORAGES"
16600		FUNAVAIL	1-2		BLOQUEIA FACILIDADES
16700		ADVANCE	30,15		AVANCA PARALIZACAO
16800		FAVAIL	1-2		DESBLOQUEIA
16900		SAVAIL	1-7		DESBLOQUEIA
17000		TERMINATE			DESTRUI TRANSAcao
17100	****	SUBROTINA	DE INICIALIZACAO DE ESTOQUE		NO PATIO *****
17200	PRAH	ENTER	6,XH3		CARREGA ESTOQUE INICIAL
17300		SEIZE	1		COMANDOS PARA COMPATI-
17400		RELEASE	1		BILIZACAO DO PACK GPSS
17500		SEIZE	2		NO SISTEMA 8-6900
17600		RELEASE	2		INSTALADO NO CCE-USP
17700		TERMINATE			DESTRUI A TRANSAcao

```

17800 *****
17900 *      TABELAS DE OCUPACAO INSERIDAS NO MODELO
18000 *
18100 *      - TEMP1 = OCUPACAO DOS BERCOS SEM TEMPO DE ATRAC/DESATR.
18200 *      - TEMP2 = OCUPACAO DOS BERCOS
18300 *      - TEMP3 = OCUPACAO DOS BERCOS NA IMPORTACAO
18400 *      - TEMP4 = OCUPACAO DOS BERCOS NA EXPORTACAO
18500 *      - TEMP5 = OCUPACAO DAS BAIAS NA INTERFACE TERRESTRE
18600 *      - FALHA = INTERVALO ENTRE FALHAS
18700 *      - IMPOR = CARGA MOVIMENTADA NA IMPORTACAO
18800 *      - EXPOR = CARGA MOVIMENTADA NA EXPORTACAO
18900 *      - AMBDS = CARGA MOVIMENTADA TOTAL
19000 *****
19100 TEMP1 TABLE  MP1PF,3000,1000,10
19200 TEMP2 TABLE  M1,1000,500,10
19300 TEMP3 TABLE  MP2PF,1000,1000,10
19400 TEMP4 TABLE  MP3PF,3000,1000,10
19500 TEMP5 TABLE  MP1PF,10,10,20
19600 FALHA TABLE  MP1PF,100,100,10
19700 IMPOR TABLE  PH6,1000,1000,15
19800 EXPOR TABLE  PH6,2000,2000,10
19900 AMBDS TABLE  PH6,1000,1000,5
20000 *****
20100 *      INICIALIZACAO DE "SAVEVALUES" E "STORAGES"
20200 *
20300 *      - XF1 = ACUMULA CARGA MOVIMENTADA NA IMPORTACAO
20400 *      - XF2 = ACUMULA CARGA MOVIMENTADA NA EXPORTACAO
20500 *      - XF7 = ESTOQUE MEDIO DE CONTEINERES
20600 *      - XH1 = NUMERO DE CONTEINERES MOVIMENTADOS POR OPERACAO
20700 *      - XH7 = NIVEL NOMINAL DE ARMAZENAGEM
20800 *      - S1 = NUMERO DE BERCOS
20900 *      - S2 = NUMERO DE PORTEINERES NO BERCO 1
21000 *      - S3 = IDEM PARA O BERCO 2
21100 *      - S4 = NUMERO DE BAIAS INTERNAS PARA O BERCO 1
21200 *      - S5 = IDEM PARA O BERCO 2
21300 *      - S6 = ESTOQUE NOMINAL DE CONTEINERES NO PATIO
21400 *      - S7 = NUMERO DE BAIAS NA INTERFACE TERRESTRE
21500 *
21600 INITIAL      XF1,0/XF2,0/XF7,3000
21700 INITIAL      XH1,1/XH7,9000/XH8,3000
21800 STORAGE      S1,2/S2-S3,1/S4-S5,2/S6,9001/S7,3
21900 *****
22000 *      NUMERO DE DIAS SIMULADOS - DE TRES EM TRES DIAS
22100 *****
22200 START        9,NP
22300 START        3
22400 START        9,NP
22500 START        3
22600 START        9,NP
22700 START        3
22800 START        3
22900 START        3
23000 END

```

WORKFILE: RUI/FONTE/TESE/SOLIDJ (01/21/85)

```

100 $MAXTRANS=200
200 $SINGLE
300 $SQUEEZE
400 SIMULATE
500 NOXREF
600 UNLIST ABS
700 *****
800 * SIMULACAO DO TERMINAL DE GRANUL SOLIDO
900 *****
1000 RMULT 7365936,9104739,1936495,6394729,5227483,6826491,9937215
1100 *****
1200 * DECLARACAO DE FUNCOES
1300 * - HUM = INTERVALO ENTRE CHEGADA DE NAVIOS
1400 * - DOIS = REPARTICAO DE EXPOR(O) OU IMPOR(O) VIA SILOS E IMPOR DIRETA
1500 * - TRES = A CARGA EXPORTADA, B CARGA IMPORTADA
1600 * - DOZE = INTERVALO ENTRE CHEGADA DE CAMINHOS
1700 * - TREZE = TIPO DE OPERACAO DOS CAMINHOS 1=VAZIO 2=CHEIO
1800 * - KATOR = TIPO DE OPERACAO DOS COMBOIOS 1=VAZIO 2=CHEIO
1900 * - QUIN = INTERVALO ENTRE CHEGADA DE COMBOIOS
2000 * - QUEB = REPARTICAO DE PARALIZACOES OCASIONAIS
2100 *
2200 HUM FUNCTION RN2,EXPON,450
2300 DOIS FUNCTION RN2,D3
2400 .30,0/.60,1/1.0,2
2500 TRESA FUNCTION RN2,C4
2600 .1,12000/.4,15000/.7,18000/1.,20000
2700 TRESB FUNCTION RN2,C4
2800 .3,14000/.6,16000/.8,18000/1.,20000
2900 DOZE FUNCTION RN1,EXPON,15
3000 TREZE FUNCTION RN1,D2
3100 .7,0/1.,1
3200 KATOR FUNCTION RN1,D2
3300 .50,1/1.,2
3400 QUIN FUNCTION RN1,EXPON,1000
3500 QUEB FUNCTION RN2,EXPON,200
3600 *****
3700 GENERATE 1,FNSHUM,2,,,5PF,7PH GERA OS NAVIOS
3800 ASSIGN 2,FNDOIS,PH SORTEIA OPERACAO
3900 TEST E PH2,1,AAA TESTA OPERACAO
4000 TEST NE PH2,2,DIRE TESTA IMPOR, DIRETA
4100 ASSIGN 2,FNSTRESB,PF SORTEIA CARGA, SE IMPOR.
4200 TABULATE IMPOR TABULA CARGA IMPORT.
4300 TRANSFER ,BBB TRANSFERE PARA BBB
4400 AAA ASSIGN 2,FNSTRESA,PF SORTEIA CARGA, SE EXPORT.
4500 TABULATE EXPOR TABULA CARGA EXPORTADA
4600 BBB QUEUE 1 ENTRA FILA NAVIOS
4700 ENTER 1 ALOCA BERCO
4800 DEPART 1 SAI DA FILA
4900 MARK 1PF MARCA PARAMETRO 1
5000 ADVANCE 57,20 AVANCA ATRACAO
5100 SELECT NU 6PH,1,4 SELECIONA BERCO LIVRE
5200 SEIZE PH6 ALOCA BERCO LIVRE
5300 TRANSFER SBR,ALOC,7PH TRANSFERE PARA ALOC
5400 TRANSFER ,FFF TRANSFERE PARA FFF
5500 ALOC MARK 1PF MARCA PARAM. 1
5600 TEST E PH2,1,EXP1 TESTA OPERACAO
5700 TRANSFER SBR,SUBI,4PH TRANSFERE SUBROTINA

```

```

5800      TRANSFER      ,EEE1      IMPORTACAO
5900      EXP1 TRANSFER      SBR,SUBE,4PH  TRANSFERE EXPORT.
6000      EEE1 RELEASE      PH6      LIBERA O PERCO
6100      TRANSFER      PH,7,1      TRANSFERE PARA FFF
6200      FFF  TABULATE      TEMP1      TABULA OCUPACAO
6300      LEAVE          1      LIBERA BERCJS
6400      ADVANCE       S1,15      AVANCA DESATRACACAO
6500      TABULATE      TEMP2      TABULA OCUPACAO
6600      TERMINATE
6700      *****
6800      * SUBROTINA IMPORTACAO
6900      *****
7000      SUBI  MARK          4PF      MARCA O PARAMETRO 4
7100      TEST LE      (S2*XF3),XF4      TESTA NIVEL DOS TANQUES 00
7200      ENTER        2,XF3      TERMINAL E ACRESCENTA CARGA
7300      ASSIGN        3,XF3,PF      ACUMULA CARGA PARAM. 3
7400      ADVANCE       60      AVANCA OPER. DE 60 MIN.
7500      TEST L        PF3,PF2,SAIDA      TESTA FIM DO TRANSBORDO
7600      TRANSFER      ,SJB1      SE NAO, RETORNA A SUBI
7700      SAIDA SAVEVALUE 1,PF2,XF      ACUMULA CARGA TOTAL
7800      TABULATE      TEMP4      TABULA OCUPACAO
7900      TRANSFER      PH,4,1      RETORNA
8000      *****
8100      * SUBROTINA EXPORTACAO
8200      *****
8300      SUBE  MARK          5PF      MARCA O PARAMETRO 5
8400      TEST G      (S3*XF5),0      TESTA NIVEL DOS TANQUES
8500      LEAVE        3,XF5      RETIRA CARGA DOS TANQUES
8600      ASSIGN        3,XF5,PF      ACUMULA CARGA NO PARAM 3
8700      ADVANCE       60      AVANCA OPER. DE 60 MIN.
8800      TEST L        PF3,PF2,SAI      TESTA FIM DO TRANSBORDO
8900      TRANSFER      ,SUBE      SE NAO, TRANSFERE SUBE
9000      SAI  SAVEVALUE  2,PF2,XF      ACUMULA CARGA TOTAL
9100      TABULATE      TEMP3      TABULA OCUPACAO
9200      TRANSFER      PH,4,1      RETORNA
9300      *****
9400      * SUBROTINA DE ANALISE DE VEICULOS TERRESTRES
9500      *****
9600      GENERATE      1,0,1,1,4PH,4F      GERA TRANSACAO UNICA
9700      LOGIC S      CLDSE      ABRA A CHAVE LOGICA
9800      SPLIT        1,PRAG      TRANSFERE PRAG
9900      SPLIT        1,PRAL      TRANSFERE PRAL
10000     SPLIT        1,PRAK      TRANSFERE PRAK
10100     PRAG  GATE LS      CLDSE      TESTA CHAVE LOGICA
10200     MARK          1PF      MARCA PARAMETRO 1
10300     SPLIT        1,PRAF      TRANSFERE PPAF
10400     ADVANCE      FN$DOZE      INTERVALO C/EG. CAMINHOS
10500     TRANSFER      ,PRAG      TRANSFERE PRAG
10600     PRAF  ASSIGN      2,FN$TREZE,PH      SORTEIA OPERACAO
10700     TEST E        PH2,1,AF      TESTA TIPO DE OPERACAO
10800     QUEUE        4      ENTRA FILA CAMINHOS VAZIOS
10900     ENTER        4      ENTRA BAIAS DE DESPACHO
11000     DEPART       4      SAI DA FILA
11100     TEST G      (S2*XF7),0      TESTA NIVEL ARMAZEM
11200     LEAVE        2,XF7      RETIRA CARGA DO ARMAZEM
11300     ADVANCE       5,3      AVANCA CARREGAMENTO CAMINHOS
11400     LEAVE        4      SAI DA BAIAS
11500     TRANSFER      ,BFF      TRANSFERE BFF
11600     AFF  QUEUE        5      ENTRA FILA CAMINHOS CHEIOS
11700     ENTER        5      ENTRA BAIAS DE RECEPCAO

```

11800	DEPART	5	SAI DA FILA
11900	TEST L	(S3+XF8),XF6	TESTA NIVEL ARMAZEM
12000	ENTER	3,XF8	CARREGA ARMAZEM
12100	ADVANCE	5,3	AVANCA DESCARREG. CAMINHAD
12200	LEAVE	5	SAI DA BAIJA
12300	BFF TABULATE	TEMPS	TABULA OCUPACAO DA BAIJA
12400	TERMI NATE		DESTROI TRANSACAO
12500	*****		
12600	* SUBROTINA DE CHEGADA DE COMBOIOS FERROVIARIOS		
12700	*****		
12800	PRAK GATE LS	CLOSE	VERIFICA CHAVE LOGICA
12900	ASSIGN	1,FNSKATOR,PH	SORTEIA OPEPACAO
13000	SPLIT	1,PRAU	TRANSFERE PRAU
13100	ADVANCE	FNSQUIN	AVANCA INTERV. CHEGADA
13200	TRANSFER	,PRAK	TRANSFERE PRAK
13300	PRAU MARK	2PF	MARCA O PARAMETRO 2
13400	QUEUE	6	ENTRA EM FILA
13500	ENTER	6	ALOCA POSICAO DE DESCARREG.
13600	DEPART	6	SAI DA FILA
13700	TEST E	PH1,1,EEE	TESTA OPERACAO
13800	LINK	1,FIFO,PRAH	TRANCA OS COMBOIOS
13900	PRAH SPLIT	XF11,CCC	DESMEMBRA EM XF4 VAGUES
14000	TRANSFER	,DDD	TRANSFERE PARA DDD
14100	CCC MARK	3PF	MARCA PARAMETRO 3
14200	QUEUE	7	VAGUES ENTRAM EM FILA
14300	ENTER	7	VAGUES ENTRAM NAS BAIAS
14400	DEPART	7	VAGAO SAI DA FILA
14500	TEST L	(S3+XF9),XF6	TESTA NIVEL DE ARMAZENAGEM
14600	ADVANCE	10,2	AVANCA DESCARREGAMENTO
14700	ENTER	3,XF9	CARREGA O ESTOQUE
14800	LEAVE	7	VAGAO SAI DA BAIJA
14900	TABULATE	TEMPS	TABULA TEMPO JCUP.
15000	DDD ASSEMBLE	(XF11+1)	COMBOIO RECOMPOSTO
15100	LEAVE	6	SAI DA POSICAO DE DESCARREG.
15200	UNLINK	1,PRAH,1	SOLTA UM COMBOIO
15300	TABULATE	TEMP7	TABULA OCUPACAO
15400	SAVEVALUE	14,(XF11+XF9),XF	ACUMULA CARGA MOVIMENTADA
15500	TRANSFER	,FFF	TRANSFERE PARA FFF
15600	EEE LINK	1,FIFO,PRAT	TRANCA OS COMBOIOS
15700	PRAT SPLIT	XF11,GGG	DESMEMBRA EM XF4 VAGUES
15800	TRANSFER	,HHH	TRANSFERE PARA DDD
15900	GGG MARK	3PF	MARCA PARAMETRO 3
16000	QUEUE	8	VAGUES ENTRAM EM FILA
16100	ENTER	8	VAGUES ENTRAM NAS BAIAS
16200	DEPART	8	VAGAO SAI DA FILA
16300	TEST L	XF10,0	TESTA NIVEL DE ARMAZENAGEM
16400	ADVANCE	10,2	AVANCA DESCARREGAMENTO
16500	LEAVE	2,XF10	CARREGA O ESTOQUE
16600	LEAVE	8	VAGAO SAI DA BAIJA
16700	TABULATE	TEMPS	TABULA TEMPO JCUP.
16800	HHH ASSEMBLE	(XF11+1)	COMBOIO RECOMPOSTO
16900	LEAVE	6	SAI DA POSICAO DE DESCARREG.
17000	UNLINK	1,PRAT,1	SOLTA UM COMBOIO
17100	TABULATE	TEMP7	TABULA OCUPACAO
17200	SAVEVALUE	15,(XF11+XF10),XF	ACUMULA CARGA MOVIMENTADA
17300	TERMI NATE		DESTROI TRANSACAO
17400	*****		
17500	* SUBROTINA PARA ACUMULAR ESTOQUE INICIAL		
17600	*****		
17700	PRAH ENTER	2,XF12	ACUMULA ESTOQUE INICIAL IMPORT

```

17800      ENTER      3, XF13      ACUMULA ESTOQUE INICIAL EXPORT
17900      ASSIGN     2, 6, PH     COMANDOS DE COMPATIBILIZACAO
18000      ASSIGN     1, 1, PH     PARA O USO DO "PACK" GPSS
18100      SLOOP SEIZE  PH1        NO SISTEMA 3-5900
18200      RELEASE    PH1        DO CCE/USP
18300      ASSIGN     1, 1, PH
18400      L001 LOOP   2PH, SLOOP
18500      TERMINATE
18600      *****
18700      * SUBROTINAS DE PARALIZACOES
18800      *****
18900      GENERATE    1440      GERA PERIODO DIARIO
19000      SPLIT      1, PRAM    TRANSFERE PARA PRAM
19100      LOGIC R     CLOSE     FECHA A CHAVE LOGICA
19200      SUNAVAIL   1-5       BLOQUEIA "STORAGE" 1-5
19300      FUNAVAIL   1-5       BLOQUEIA FACILIDADES
19400      ADVANCE    720       AVANCA PERIODO NOT.
19500      LOGIC S     CLOSE     ABRE CHAVE LOGICA
19600      FAVAIL     1-5       DESBLOQUEIA
19700      SAVAIL     1-5       DESBLOQUEIA
19800      TERMINATE
19900      PRAM ADVANCE 180      DESTROI TRANSACAO
20000      SUNAVAIL  6-8       AVANCA 3 HORAS
20100      ADVANCE    360      BLOQUEIA "STORAGE" 2-3
20200      SAVAIL     6-8       AVANCA PARALIZ. NOTURNA
20300      TERMINATE
20400      PRAL GATE LS  CLOSE    DESTROI A TRANSACAO
20500      MARK       1PF       VERIFICA PERIODO NOT.
20600      ADVANCE    FNSQUEB    MARCA PARAMETRO 1
20700      TABULATE   FALHA     SORTEIA INT. ENTRE FALHAS
20800      SPLIT      1, PRAM    TABULA INTERVALO FALHAS
20900      TRANSFER   PRAL       TRANSFERE PARA PRAM
21000      PRAM SUNAVAIL 1-5     TRANSFERE PRAL
21100      FUNAVAIL  1-5       BLOQUEIA "STORAGE"
21200      ADVANCE    30, 15    BLOQUEIA FACILIDADES
21300      FAVAIL     1-5       AVANCA PARALIZACAO
21400      SAVAIL     1-5       DESBLOQUEIA
21500      TABULATE   FALHA     DESBLOQUEIA
21600      TERMINATE
21700      *****
21800      * DESCARGA DIRETA
21900      *****
22000      DIRE TERMINATE
22100      GENERATE    60
22200      TERMINATE    1
22300      *****
22400      * INICIALIZACAO DE "SAVEVALUES" E "STORAGE"
22500      *
22600      * - XF1 = ACUMULA CARGA MOVIMENTADA NA EXPORTACAO
22700      * - XF2 = ACUMULA CARGA MOVIMENTADA NA IMPORTACAO
22800      * - XF3 = CARGA HORA MOVIMENTADA NA IMPORTACAO NOS BERCOS
22900      * - XF4 = ESTOQUE NOMINAL DOS ARMAZENS DE IMPORTACAO
23000      * - XF5 = CARGA HORA MOVIMENTADA NA EXPORTACAO NOS BERCOS
23100      * - XF6 = ESTOQUE NOMINAL DOS ARMAZENS DE EXPORTACAO
23200      * - XF7 = CARGA CARREGADA PELO CAMINHAO VAZIO
23300      * - XF8 = CARGA DESCARREGADA PELO CAMINHAO CHEIO
23400      * - XF9 = CARGA CARREGADA POR VAGAO VAZIO
23500      * - XF10 = CARGA DESCARREGADA POR VAGAO CHEIO
23600      * - XF11 = NUMERO DE VAGAOES POR COMBUI
23700      * - XF12 = ESTOQUE MEDIO DE IMPORTACAO

```



```

23800 * - XF13 = ESTOQUE MEDIO DE EXPORTACAO
23900 * - XF14 = ACUMULA CARGA MOVIMENTADA POR COMBOIOS NA IMPORTACAO
24000 * - XF15 = ACUMULA CARGA MOVIMENTADA POR COMBOIOS NA EXPORTACAO
24100 * - S1 = NUMERO DE BERCOS
24200 * - S2 = ARMAZEM DE IMPORTACAO
24300 * - S3 = ARMAZEM DE EXPORTACAO
24400 * - S4 = NUMERO DE BAIAS PARA CAMINHOS VAZIOS
24500 * - S5 = NUMERO DE BAIAS PARA CAMINHOS CHEIOS
24600 * - S6 = NUMERO DE POSICOES DE ESTACIONAMENTO DE COMBOIOS
24700 * - S7 = NUMERO DE POSICOES PARA VAGOS VAZIOS
24800 * - S8 = NUMERO DE POSICOES PARA VAGOS CHEIOS
24900 *
25000 INITIAL XF1,0/XF2,0/XF3,200/XF4,400000/XF5,200/XF6,400000
25100 INITIAL XF7,12/XF8,12/XF9,50/XF10,50/XF11,20/XF12,200000
25200 INITIAL XF13,200000/XF14,0/XF15,0
25300 STORAGE S1,4/S2,400001/S3,400002/S4,7/S5,7/S6,3/S7,3/S8,3
25400 *
*****
25500 * TABELAS DE OCUPACAO INSEFIDAS NO MODELO
25600 *
25700 * - TEMP1 = OCUPACAO DOS BERCOS SEM TEMPO DE ATRAC/DESATR.
25800 * - TEMP2 = OCUPACAO DOS BERCOS
25900 * - TEMP3 = OCUPACAO DOS BERCOS NA IMPORTACAO
26000 * - TEMP4 = OCUPACAO DOS BERCOS NA EXPORTACAO
26100 * - TEMP5 = OCUPACAO DOS CAMINHOS NAS BAIAS
26200 * - TEMP7 = OCUPACAO DOS COMBOIOS
26300 * - TEMP6 = OCUPACAO DOS VAGOS NA IMPORTACAO
26400 * - TEMP8 = OCUPACAO DOS VAGOS NA EXPORTACAO
26500 * - FALHA = INTERVALO ENTRE FILHAS
26600 * - IMPOR = CARGA MOVIMENTADA NA IMPORTACAO
26700 * - EXPOR = CARGA MOVIMENTADA NA EXPORTACAO
26800 * - CARGA = CARGA MOVIMENTADA
26900 *
TEMP1 TABLE MP1PF,1000,1000,20
27000 TEMP2 TABLE M1,1000,1000,20
27100 TEMP3 TABLE MP3PF,1000,1000,20
27200 TEMP4 TABLE MP4PF,1000,1000,20
27300 TEMP5 TABLE MP5PF,1000,1000,20
27400 TEMP7 TABLE MP1PF,20,20,20
27500 TEMP6 TABLE MP1PF,50,50,20
27600 TEMP7 TABLE MP2PF,1000,1000,10
27700 TEMP8 TABLE MP3PF,50,50,20
27800 IMPOR TABLE PF2,1000,1000,14
27900 EXPOR TABLE PF2,1000,1000,14
28000 CARGA TABLE PH2,3000,1000,8
28100 FALHA TABLE MP1PF,100,100,10
28200 *
*****
28300 * NUMERO DE DIAS SIMULADOS - DE UM EM UM DIA
28400 *
*****
28500 START 1
28600 START 1
28700 START 1
28800 START 1
28900 START 1
29000 END

```

RUI/FONTE/TESE/FERTIL (01/21/85)

```

100  SA
200  $SINGLE
300  $SQUEEZE
400  SIMULATE                               INICIA A SIMULACAO
500  UNLIST      ABS
600  NOXF2F
700  RMULT      3894561,5491653,8739268,3218456,9158356,5174237,8129373
800  UNLIST      ABS                               IDEM
900  *****
1000 *      TERMINAL DE FERTILIZANTES
1100 *****
1200 *      COMANDOS DE DECLARACAO
1300 *****
1400 HUM  FUNCTION  RN4, EXPON, 6500  FUNCAC CHEGADA DE NAVIOS=0.223 1/DIA
1500 DJS  FUNCTION  RN2, C6            FUNCAC CARGA POR NAVIO-MEDIA=12100.0
1600 -176,5000/.411,10000/.686,15000/.823,20000/.979,25000/1.0,30000
1700 QUAT  FUNCTION  RN2, EXPON, 1200  FUNCAC CHEGADA DE COMBOTOS=1.2 1/DIA
1800 QUEB  FUNCTION  RN2, EXPON, 200   INTERVALO ENTRE PARALIZACOES
1900 VARI  VARIABLE  XF3-XF2          VARIAVEL CONTROLADORA DE ESTOQUE
2000 *****
2100 *      CHEGADA E ALOCACAO DE NAVIOS AOS BERCOS
2200 *****
2300 GENERATE  1,FNSHUM,2,,1PF,5PH  GERACAO DAS CHEGADAS
2400 ASSIGN    2,FNSCOIS,PH          SORTEIO DA CARGA
2500 TABULATE  CARGA                 TABULA A CARGA DOS NAVIOS
2600 QUEUE     1                     ENTRA NA FILA DO TERMINAL
2700 ENTER     1                     ALOCA UM DOS DJS BERCOS
2800 DEPART    1                     SAI DA FILA
2900 ADVANCE   57,20                 AVANCA TEMPO DE ATRACACAO
3000 TRANSFER  BOTH,BEP1,BER2       TRANSFERE A TRANSACAO PARA O BERCO
3100 BER1 SEIZE  1                     OCUPA O BERCO
3200 MARK      1PF                    GUARDA TEMPO DE ATRACACAO
3300 TRANSFER  SBR,SUBI,4PH          TRANSFERE PARA A SUBROTINA
3400 ADVANCE   IMPORTACAO
3500 RELEASE   1                     DEIXA O BERCO 1
3600 TRANSFER  ,888                   TRANSFERE PARA A DESATRACACAO
3700 BER2 SEIZE  2                     OCUPA O BERCO 2
3800 MARK      1PF                    GUARDA O TEMPO DE ATRACACAO
3900 TRANSFER  SBR,SUBI,4PH          TRANSFERE PARA A SUBROTINA
4000 ADVANCE   IMPORTACAO
4100 RELEASE   2                     DEIXA O BERCO 2
4200 TRANSFER  ,888
4300 B39 TABULATE  TEMP1              GUARDA O TEMPO DA DESATRACACAO
4400 LEAVE     1                     DEIXA A REGIAO DOS BERCOS
4500 ADVANCE   51,15                 AVANCA A DESATRACACAO
4600 TABULATE  TEMP2              GUARDA O TEMPO DE PERMANENCIA DO
4700 TERMINATE
4800 *****
4900 *      SUBROTINA DE IMPORTACAO
5000 *****
5100 SUBI TEST L  S3,V$VARI           TESTA SE HA ESPACO PARA A CARGA NO
5200 ENTER      3,XF2                ARMAZEM. SE POSITIVO, CARREGA
5300 ASSIGN     3,XF2,PH            GUARDA O VALOR DA CARGA MOVIM.
5400 ADVANCE    60                  AVANCA 60 MINUTOS
5500 TEST L     PH3,PH2,SAIDA       VERIFICA SE TODA CARGA JA FOI
5600 TRANSFER  ,SUBI              MOVIMENTADA. NAU, MOVIMENTA + 60 MIN
5700 SAIDA SAVEVALUE 1,XF2,XF      GUARDA O VALOR TOTAL MOVIMENTADO

```

```

5800      TRANSFER PH,4,1          VOLTA COM O TRANSBORNO EFETUADO
5900      *****
6000      * SUBROTINA DE CHEGADA DE COMBOIOS FERROVIARIOS
6100      *****
6200      GENERATE 1,FN&QUAT,1,,,3PF  GERA A CHEGADA DE COMBOIOS FERROV.
6300      MARK      2PF              GUARDA O TEMPO INICIAL DE OCUPACAO
6400      QUEUE     3                  ENTRA NA FILA DE COMBOIOS
6500      SEIZE      3                  OCUPA A POSICAO DE DESCARREGAMENTO
6600      DEPART     3                  SAI DA FILA
6700      SPLIT      XF4,CCC          CRIA AS TRANSACOES VAGUES
6800      TRANSFER  ,DDD              TRANSFERE A ORIGINAL PARA DDD
6900      CCC MARK    3PF              GUARDA TEMPO DE ENTRADA
7000      QUEUE     2                  COLOCA TODOS VAGUES EM FILA
7100      ENTER      2                  ENTRA EM BLOCOS DE TRES VAGUES
7200      DEPART     2                  SAI DA FILA DE VAGUES
7300      TEST S     S3,XF5          TESTA SE HA CARGA PARA O VAGAO
7400      LEAVE      3,XF5          DE 50 TON. POR VAGAO
7500      ADVANCE    18,3           AVANCA TEMPO DE ENCHIMENTO
7600      LEAVE      2                  O VAGAO DEIXA A BAIJA DE ATENDIMENTO
7700      TABULATE   TEMP3          GUARDA O TEMPO DE SAIDA
7800      ODD ASSEMBLE (XF4+1)      ESPERA PELA RECOMPOSICAO DO COMBOIO
7900      RELEASE     3                  O COMBOIO DEIXA AREA DE ATENDIMENTO
8000      TABULATE   TEMP4          GUARDA TEMPO DE SAIDA DO COMBOIO
8100      SAVEVALUE  7+(XF4+XF5),XF ACUMULA CARGA TOTAL MOVIM.
8200      TERMINATE
8300      *****
8400      * SUBROTINA PARA ACUMULAR ESTOQUE INICIAL
8500      *****
8600      GENERATE 1,0,1,1,,4PH,1PF  GERA TRANSACAO UNICA
8700      SPLIT      1,PRAL          TRANSFERE PARA PRAL
8800      LOGIC S     CLOSE          ABRE A CHAVE LOGICA
8900      ENTER      3,XF6          ARMAZENA ESTOQUE INICIAL NO TEMPO :
9000      SEIZE      1
9100      RELEASE    1
9200      SEIZE      2
9300      RELEASE    2
9400      TERMINATE
9500      *****
9600      * SUBROTINAS DE PARALIZACOES
9700      *****
9800      GENERATE 1440              GERA PERIODO DIARIO
9900      SUNAVAIL  1-3             BLOQUEIA "STORAGES"
10000     FUNAVAIL  1-3             BLOQUEIA FACILIDADES
10100     LOGIC P     CLOSE          FECHA A CHAVE LOGICA
10200     ADVANCE    720             AVANCA PERIODO NOTURNO
10300     FAVAIL     1-3             DESBLOQUEIA
10400     SAVAIL     1-3             DESBLOQUEIA
10500     LOGIC S     CLOSE          ABRE A CHAVE LOGICA
10600     TERMINATE  1              DESTROI AS TRANSACOES
10700     PRAL GATE LS  CLOSE          VERIFICA PERIODO NOT.
10800     MARK      1PF             MARCA PARAMETRO 1
10900     ADVANCE    FN&QUEB        SORTEIA INT. ENTRE FALHAS
11000     TABULATE   FALHA          TABULA INTERVALO FALHAS
11100     SPLIT      1,PRAN         TRANSFERE PARA PRAN
11200     TRANSFER  ,PRAL         TRANSFERE PRAL
11300     PRAN SUNAVAIL  1-3             BLOQUEIA "STORAGES"
11400     FUNAVAIL  1-3             BLOQUEIA FACILIDADES
11500     ADVANCE    30,15          AVANCA PARALIZACAO
11600     FAVAIL     1-3             DESBLOQUEIA
11700     SAVAIL     1-3             DESBLOQUEIA

```

```

11800      TERMINATE
11900      GENERATE      11500,5760      DESTROI TRANSACAO
12000      SUNAVAIL      1-3              BLOCUEIA OS SETORES DEVIDO CHUVAS
12100      FUNAVAIL      1-3              COM INCIDENCIA DE 8 DIAS + OU -
12200      ADVANCE      300,120          4 DIAS, DURANTE UM PERIODO DE
12300      SAVAIL        1-3              5 HS + OU - 2 HS.
12400      FAVAIL        1-3
12500      TERMINATE
12600
12700      *
12800      * INICIALIZA OS PARAMETROS DA SIMULACAO, INCLUSIVE AS TABELAS
12900      *
13000      *
13100      * - XF1 = ACUMULA CARGA MOVIMENTADA
13200      * - XF2 = TONELAGEM HORA MOVIMENTADA
13300      * - XF3 = NIVEL MAXIMO DOS ARMAZENS DE IMPORTACAO
13400      * - XF4 = NUMERO DE VAGOS DO COMBOIO
13500      * - XF5 = TONELAGEM CARREGADA POR VAGAO
13600      * - XF6 = ESTOQUE MEDIO
13700      * - S1 = NUMERO DE BERCOS DE ATRACAO
13800      * - S2 = NUMERO DE POSICOES DE ESTACIONAMENTO DE COMBOIOS
13900      * - S3 = NIVEL MAXIMO DE ESTOQUE PERMISSIVEL
14000
14100      INITIAL      XF1,0/XF2,140/XF3,216000/XF4,34/XF5,70/XF6,30000
14200      STORAGE      S1,2/S2,3/S3,216010
14300      *
14400      * TABELAS DE OCUPACAO INSERIDAS NO MODELO
14500      *
14600      * - TEMP1 = OCUPACAO DOS BERCOS SEM TEMPO DE ATRAC/DESATR.
14700      * - TEMP2 = OCUPACAO DOS BERCOS
14800      * - TEMP3 = OCUPACAO DOS VAGOS
14900      * - TEMP4 = OCUPACAO DOS COMBOIOS
15000      * - FALHA = INTERVALO ENTRE FALHAS
15100      * - CARGA = CARGA MOVIMENTADA NA IMPORTACAO
15200      *
15300      * TEMP1 TABLE      MP1PF,2000,2000,8
15400      * TEMP2 TABLE      M1,2000,2000,8
15500      * TEMP3 TABLE      MP3PF,10,1,10
15600      * TEMP4 TABLE      MP2PF,100,100,20
15700      * CARGA TABLE      PH2,5000,5000,7
15800      * FALHA TABLE      MP1PF,100,100,10
15900      *
16000      * SIMULACAO DE 45 DIAS, COM MENSAGENS DE 3 EM 3 DIAS
16100      *
16200      * START      12, NP
16300      * START      3
16400      * START      6, NP
16500      * START      3
16600      * START      6, NP
16700      * START      3
16800      * START      3, NP
16900      * START      3
17000      * START      3, NP
17100      * START      3
17200      * END      3

```

RUI/FONTE/TESE/MINERIO (01/21/85)

```

100  $A
200  $SINGLE
300  $SQUEEZE
400      SIMULATE
500  *****
600  *   SIMULACAO DO TERMINAL DE MINERIO
700  *****
800      NOXREF
900      UNLIST      ABS
1000     RMULT      7 83748 3,8337364,9277472,7254737,2983637,1927374,5558470
1100  *****
1200  *   DECLARACAO DE FUNCOES
1300  *
1400  *   - HUM  = INTERVALO ENTRE CHEGADA DE NAVIOS
1500  *   - DOIS = FUNCAO DENSIDADE DE CARGA TRANSPORTADA
1600  *   - TRES  = INTERVALO ENTRE CHEGADA DE COMPOES FERROVIARIO
1700  *   - QUEB  = NUMERO DE FALHAS OCASIONAIS
1800  *   - VARI  = VARIÁVEL DE CONTROLE DE ESTOQUE
1900  *
2000  HUM  FUNCTION  RN4,EXPON,1800
2100  DOIS FUNCTION  RN2,C5
2200  -C001,3000/.1,5000/.3,6000/.8,7000/1.,9500
2300  TRES FUNCTION  RN5,EXPON,550
2400  QUEB FUNCTION  RN2,EXPON,200
2500  VARI  VARIABLE  XF3-XF5
2600  *****
2700      GENERATE  1,FY,HUM,2,,,1PF,5PH  GERA NAVIOS
2800      ASSIGN    2,FNS,DOIS,PH          SORTEA CARGA
2900      TABULATE  CARGA                  TABULA CARGA
3000      QUEUE     1                       ENTRA FILA ESPERA
3100      ENTER     1                       ALCCA BERCO
3200      DEPART    1                       SAI DA FILA
3300      ADVANCE   50,10                   AVANCA ATRACACAO
3400      GATE NU   1,AAA                   VERIFICA SE O BERCO
3500      TRANSFER  ,BER1                    NUM. 1 ESTA VAGO
3600  AAA  GATE NU   2,EEE                   IDEM P/O BERCO 2
3700      TRANSFER  ,BER2
3800  EEE  GATE NU   3                       IDEM P/O BERCO 3
3900      TRANSFER  ,BER3
4000  BER1 SEIZE     1                       ALOCA O BERCO 1
4100      MARK     1PF                       MARCA O PARAMETRO 1
4200      TRANSFER  SR,SUBI,4PH             TRANSFERE SUBROTINA
4300      ADVANCE
4400      RELEASE   1                       IMPORTACAO
4500      TRANSFER  ,BBB                   DESALOCA BERCO 1
4600  BER2 SEIZE     2                       TRANSFERE BB
4700      MARK     1PF                       IDEM PARA O BERCO 2
4800      TRANSFER  SR,SUBI,4PH
4900      ADVANCE
5000      RELEASE   2                       IMPORTACAO
5100      TRANSFER  ,BBB
5200  BER3 SEIZE     3                       IDEM PARA O BERCO 3
5300      MARK     1PF
5400      TRANSFER  SR,SUBI,4PH
5500      ADVANCE
5600      RELEASE   3                       IMPORTACAO
5700  BBB  TABULATE  TEMP1                  TABULA TEMPO OCUP.

```

```

5800          LEAVE          1          DESALOCA RECCDS
5900          ADVANCE       45,10      AVANCA DESATRAÇAU
6000          TABULATE     TEMP2      TABULA TEMPO OCUP.
6100          TERMINATE
6200 *****
6300 * SUBROTINA DE EXPORTAÇÃO
6400 *****
6500  SUBI TEST G          S4, XF2      TESTA NIVEL DE ESTOQUE
6600          LEAVE        4, XF2      RETIRA QTE. DO ESTOQUE
6700          ADVANCE     60           AVANCA UMA HORA
6800          ASSIGN      3, XF2, PH   ACUMULA CARGA MOVIM.
6900          TEST L     PH3, PH2, SAIDA TESTA FIM DO TRANSBORDO
7000          TRANSFER   , SUBI      CONTINUA O TRANSBORDO
7100  SAIDA SAVEVALUE    1, P12, XF   ACUMULA A CARGA MOVIMENTADA
7200          TRANSFER   PH, 4, 1    RETORNA DA SUBROTINA
7300 *****
7400 * SUBROTINA DE CHEGADA DE COMBOIOS FERROVIARIOS
7500 *****
7600          GENERATE     1, FNSTRES, , , 3PF  GERA COMBOIOS
7700          MARK        2PF          MARCA O PARAMETRO 2
7800          QUEUE      3           ENTRA EM FILA
7900          ENTER      3           ALOCA POSICAO DE DESCARREG.
8000          DEPART     3           SAI DA FILA
8100          LINK       1, FIFD, PRAW   TRANCA OS COMBOIOS
8200  PRAW SPLIT        XF4, CCC      DESMEMBRA EM XF4 VAGUES
8300          TRANSFER   , DDD        TRANSFERE PARA DDD
8400  CCC MARK         3PF          MARCA PARAMETRO 3
8500          QUEUE      2           VAGUES ENTRAM EM FILA
8600          ENTER      2           VAGUES ENTRAM NAS BAIAS
8700          DEPART     2           VAGAO SAI DA FILA
8800          TEST L     S4, V1, VARI  TESTA NIVEL DE ARMAZENAGEM
8900          ADVANCE     10, 2       AVANCA DESCARREGAMENTO
9000          ENTER      4, XF5      CAPTEGA O ESTOQUE
9100          LEAVE      2           VAGAO SAI DA BATA
9200          TABULATE   TEMP3      TABULA TEMPO OCUP.
9300  DDD ASSEMBLE     (XF4+1)      COMBOIO RECOMPOSTO
9400          LEAVE      3           SAI DA POSICAO DE DESCARREG.
9500          UNLINK     1, PRAW, 1    SOLTA UM COMBOIO
9600          TABULATE   TEMP4      TABULA OCUPAÇÃO
9700          SAVEVALUE  7, (XF4+XF5) ACUMULA CARGA MOVIMENTADA
9800          TERMINATE
9900 *****
10000 * SUBROTINA PARA ACUMULAR ESTOQUE INICIAL
10100 *****
10200          GENERATE     1, 0, 1, 1, , 3PF  GERA TRANSAÇÃO ÚNICA
10300          SPLIT      1, PRAW      TRANSFERE PARA PRAW
10400          LOGIC S    CLOSE      ABRE A CHAVE LÓGICA
10500          ENTER     4, XF6      ACUMULA ESTOQUE INICIAL
10600          SEIZE      1           OCUPA FACILIDADES PARA
10700          RELEASE    1           COMPATIBILIZAR O "PACK"
10800          SEIZE      2           GPSS DO SISTEMA 0-6900
10900          RELEASE    2           INSTALADO NO CCE/USP
11000          SEIZE      3
11100          RELEASE    3
11200          TERMINATE
11300 ***** DESTAÇI TRANSAÇÃO
11400 * SUBROTINAS DE PARALIZAÇÕES
11500 *****
11600          GENERATE     1440      GERA PERIODO DIARIO
11700          SPLIT      1, PRAW     TRANSFERE PARA PRAW

```

```

11800          LOGIC R      CLOSE
11900          SUNAVAIL    1
12000          FUNAVAIL    1-3
12100          ADVANCE     720
12200          LOGIC S      CLJSE
12300          FAVAIL      1-3
12400          SAVAIL      1
12500          TERMINATE    1
12600 PRAM    ADVANCE     180
12700          SUNAVAIL    2-3
12800          ADVANCE     360
12900          SAVAIL      2-3
13000          TERMINATE
13100 PRAL    GATE LS      CLJSE
13200          MARK        IPF
13300          ADVANCE     FNQUEB
13400          TABULATE    FALHA
13500          SPLIT       1,PRAN
13600          TRANSFER    ,PRAL
13700 PRAN    SUNAVAIL    1-3
13800          FUNAVAIL    1-3
13900          ADVANCE     50,15
14000          FAVAIL      1-3
14100          SAVAIL      1-3
14200          TABULATE    FALHA
14300          TERMINATE
14400                                     DESTROE TRANSACAO
14500 *****
14600 *      INICIALIZACAO DE "SAVEVALUES" E "STORAGES"
14700 *
14800 *      - XF1 = ACUMULA CARGA MOVIMENTADA NA EXPORTACAO
14900 *      - XF2 = CARGA MEDIA MOVIMENTADA POR HORA (TON9)
15000 *      - XF3 = NIVEL MAXIMO DE ESTOQUE
15100 *      - XF4 = NUMERO DE VAGOS NO COMBOIO
15200 *      - XF5 = CARGA MEDIA TRANSPORTADA POR VAGAO (TON)
15300 *      - XF6 = ESTOQUE MEDIO
15400 *      - S1  = NUMERO DE BERCOS
15500 *      - S2  = NUMERO DE DESCARREGADORES DE VAGOS
15600 *      - S3  = NUMERO DE POSICOES PARA DESCARREGAMENTO DE COMBOIOS
15700 *      - S4  = NIVEL MAXIMO DE ESTOQUE
15800
15900          INITIAL      XF1,0/XF2,125/XF3,25000/XF4,23/XF5,80/XF6,10000
16000          STORAGE     S1,3/S2,3/S3,2/S4,25000
16100 *****
16200 *      TABELAS DE OCUPACAO INSERIDAS NO MODELO
16300 *
16400 *      - TEMP1 = OCUPACAO DOS BERCOS SEM TEMPO DE ATRAC/DESATR.
16500 *      - TEMP2 = OCUPACAO DOS BERCOS
16600 *      - TEMP3 = OCUPACAO DOS VAGOS NAS BAIAS DE DESCARREG.
16700 *      - TEMP4 = OCUPACAO DOS COMBOIOS NAS POSICOES DE DESCARREG
16800 *      - FALHA = INTERVALO ENTRE FALHAS
16900 *      - CARGA = CARGA MOVIMENTADA
17000          TEMP1 TABLE  MP1PF,1000,1000,20
17100          TEMP2 TABLE  M1,1000,1000,20
17200          TEMP3 TABLE  MP3PF,10,1,5
17300          TEMP4 TABLE  MP2PF,50,50,20
17400          CARGA TABLE  PH2,3000,1000,8
17500          FALHA TABLE  MP1PF,100,100,10
17600 *****
17700 *      NUMERO DE DIAS SIMULADOS = DE UM EM UM DIA

```

RUI/FONTE/TESE/LIQUIDO (01/21/85)

```

100 SA
200 S SINGLE
300 S SQUEEZE
400 SIMULATE
500 NOXREF
600 UNLIST ABS
700 *****
800 * SIMULACAO DO TERMINAL DE GRANEL LIQUIDO
900 *****
1000 RMLT 7365936,9104739,1936495,6394729,5027483,6826491,9937215
1100 *****
1200 * DECLARACAO DE FUNCOES
1300 * - HUM = INTERVALO ENTRE CHEGADA DE NAVIOS
1400 * - DOIS = REPARTICAO DE IMPOR OU EXPOR
1500 * - TRES = A CARGA IMPORTADA, B CARGA EXPORTADA
1600 * - QUEB = REPARTICAO DE REPARTICAOES CASIGNAIS
1700 *
1800 HUM FUNCTION RN2, EXPON, 1000
1900 DOIS FUNCTION RN2, 02
2000 .62, 0/1, .1
2100 TRESA FUNCTION RN2, C7
2200 .16, 5000/.365, 10000/.655, 15000/.784, 20000/.88, 25000/.98, 30000/1.0, 35000
2300 TRESB FUNCTION RN2, C7
2400 .315, 5000/.57, 10000/.72, 15000/.83, 20000/.944, 25000/.956, 30000/1.0, 35000
2500 QUEB FUNCTION RN2, EXPON, 200
2600 *****
2700 GENERATE 1, FN&HUM, 2, .4PF, 7PH GERA OS NAVIOS
2800 ASSIGN 2, FN&DOIS, PH SORTEIA OPEACAO
2900 TEST E PH2, 1, AAA TESTA OPERACAO
3000 ASSIGN 2, FN&TRESB, PF SORTEIA CARGA, SE IMPORT.
3100 TABULATE IMPOR TABULA CARGA IMFOFT.
3200 TRANSFER .88B TRANSFERE PARA 88B
3300 AAA ASSIGN 2, FN&TRESA, PF SORTEIA CARGA, SE EXPORT.
3400 TABULATE EXPOR TABULA CARGA EXPORTADA
3500 88B QUEUE 1 ENTRA FILA NAVIOS
3600 ENTER 1 ALOCA BERCO
3700 DEPART 1 SAI DA FILA
3800 MARK 4PF MARCA PARAMETRO 4
3900 ADVANCE 57, 20 AVANCA ATRACACAO
4000 SELECT NU 6PH, 1, 6 SELECIONA BERCO LIVRE
4100 SEIZE PH6 ALOCA BERCO LIVRE
4200 TRANSFER SBR, ALOC, 7PH TRANSFERE PARA ALOC
4300 TRANSFER .FFF TRANSFERE PARA FFF
4400 ALOC MARK 1PF MARCA PARAM. 1
4500 TEST E PH2, 1, EXP1 TESTA OPERACAO
4600 TRANSFER SBR, SUBI, 4PH TRANSFERE SUBROTINA
4700 TRANSFER .EEE1 IMPORTACAO
4800 EXP1 TRANSFER SBR, SUBE, 4PH TRANSFERE EXPORT.
4900 EEE1 RELEASE PH6 LIBERA O BERCO
5000 TRANSFER PH, 7, 1 TRANSFERE PARA FFF
5100 FFF TABULATE TEMP1 TABULA OCUPACAO
5200 LEAVE 1 LIBERA BERCOS
5300 ADVANCE 51, 15 AVANCA DESATACACAO
5400 TABULATE TEMP2 TABULA OCUPACAO
5500 TERMINATE DE STRDI TRANSACAO
5600 *****
5700 * SUBROTINA IMPORTACAO

```



```

5800
5900  SUBI TEST L (S2+XF3),XF4 TESTA NIVEL DOS TANQUES DO
6000 ENTER 2,XF3 TERMINAL E ACRESCENTA CARGA
6100 ASSIGN 3,XF3,PF ACUMULA CARGA PARAM. 3
6200 ADVANCE 60 AVANCA OPER. DE 60 MIN.
6300 TEST L PF3,PF2,SAIDA TESTA FIM DO TRANSBORDO
6400 TRANSFER ,SUBI SE NAO, RETORNA A SUBI
6500 SAIDA SAVEVALUE 1,PF2,XF ACUMULA CARGA TOTAL
6600 TABULATE TEMP4 TABULA OCUPACAO
6700 TRANSFER PH,4,1 RETORNA
6800
6900 * SUBROTINA EXPORTACAO
7000
7100 SUBE TEST G (S3+XF5),0 TESTA NIVEL DOS TANQUES
7200 LEAVE 3,XF5 RETIRA CARGA DOS TANQUES
7300 ASSIGN 3,XF5,PF ACUMULA CARGA NO PARAM 3
7400 ADVANCE 60 AVANCA OPER. DE 60 MIN.
7500 TEST L PF3,PF2,SAI TESTA FIM DO TRANSBORDO
7600 TRANSFER ,SJB SE NAO, TRANSFERE SUBE
7700 SAI SAVEVALUE 2,PF2,XF ACUMULA CARGA TOTAL
7800 TABULATE TEMP3 TABULA OCUPACAO
7900 TRANSFER PH,4,1 RETORNA
8000
8100 * SUBROTINA REGULADORA DE ESTOQUE DAS REFINARIAS
8200
8300 GENERATE 60 GERA PERIODO DE 60 MIN.
8400 ADVANCE
8500 TEST L (S3+XF8),XF6,ESP1 TESTA NIVEL DOS TANQUES
8600 ENTER 3,XF8 CARREGA TANQUES
8700 ESP1 TEST G S2,XF7,ESP2 TESTA NIVEL DOS TANQUES
8800 LEAVE 2,XF7 DESCARREGA TANQUES
8900 ESP2 TERMINATE DESTROI TRANSAOES
9000
9100 * SUBROTINA DE PARALIZACOES
9200
9300 GENERATE 1440 GERA PERIODO DIARIO
9400 SUNAVAIL 1-3 BLOQUEIA "STORAGES"
9500 FUNAVAIL 1-6 BLOQUEIA FACILIDADES
9600 LOGIC R CLJSE FECHA A CHAVE LOGICA
9700 ADVANCE 720 AVANCA PERIODO NOTURNO
9800 FAVAIL 1-6 DE SBLOQUEIA
9900 SAVAIL 1-3 DE SBLOQUEIA
10000 LOGIC S CLJSE ABRE A CHAVE LOGICA
10100 TERMINATE 1 DESTROI AS TRANSAOES
10200 PRAL GATE LS CLJSE VERIFICA PERIODO NOT.
10300 MARK IPF MARCA PARAMETRO 1
10400 ADVANCE FN,QUEB SORTEIA INT. ENTRE FALHAS
10500 TABULATE FALHA TABULA INTERVALO FALHAS
10600 SPLIT 1,PRAN TRANSFERE PARA PRAN
10700 TRANSFER ,PRAL TRANSFERE PRAL
10800 PRAN SUNAVAIL 1-3 BLOQUEIA "STORAGES"
10900 FUNAVAIL 1-6 BLOQUEIA FACILIDADES
11000 ADVANCE 30,15 AVANCA PARALIZACAO
11100 FAVAIL 1-6 DE SBLOQUEIA
11200 SAVAIL 1-3 DE SBLOQUEIA
11300 TERMINATE DESTROI TRANSAOES
11400
11500 * SUBROTINA PARA GERAR ESTOQUE INICIAL NO PORTO
11600
11700 GENERATE 1,0,1,1,4PH,1PF GERA TRANSAO UNICA

```

```

11800          SPLIT          1,PRAL          TRANSFEPE PRAL
11900          LOGTC S       CLOSE          ABRE A CHAVE LOGICA
12000          ENTER        2,XF9          CARREGA TANQUES 2 E 3
12100          ENTER        3,XF10         COM ESTOQUE INICIAL
12200          ASSIGN       2,6,PH        COMANDOS DE COMPATIBILITACAO
12300          ASSIGN       1,1,PH        PARA O JOO DO "PACK" GPSS
12400          SLOOP SEIZE    PH1          NO SISTEMA B-6900
12500          RELEASE      PH1          DO CCE/USP
12600          ASSIGN       1,1,PH
12700          LOOP         2PH,SLOOP
12800          TERMINATE
12900
13000          ***** DE STRCI TRANSACAO *****
13100          * TABELAS DE OCUPACAO INSERIDAS NO MODELO
13200          *
13300          * - TEMP1 = OCUPACAO DOS BERCOS SEM TEMPO DE ATRAC/DESATR.
13400          * - TEMP2 = OCUPACAO DOS BERCOS
13500          * - TEMP3 = OCUPACAO DOS BERCOS NA IMPORTACAO
13600          * - TEMP4 = OCUPACAO DOS BERCOS NA EXPORTACAO
13700          * - FALHA = INTERVALO ENTRE FALHAS
13800          * - IMPOR = CARGA MOVIMENTADA NA IMPORTACAO
13900          * - EXPOR = CARGA MOVIMENTADA NA EXPORTACAO
14000          *****
14100          TEMP1 TABLE    MP1PF,500,500,20
14200          TEMP2 TABLE    MP4PF,500,500,20
14300          TEMP3 TABLE    MP1PF,500,500,20
14400          TEMP4 TABLE    MP1PF,500,500,20
14500          IMPOR TABLE    PF2,5000,5000,8
14600          EXPOR TABLE    PF2,5000,5000,8
14700          FALHA TABLE    MP1PF,100,100,10
14800          *****
14900          * INICIALIZACAO DE "SAVEVALUES" E "STORAGES"
15000          *
15100          * - XF1 = ACUMULA CARGA MOVIMENTADA NA IMPORTACAO
15200          * - XF2 = ACUMULA CARGA MOVIMENTADA NA EXPORTACAO
15300          * - XF3 = TONELAGEM HORA MOVIMENTADA NA IMPORTACAO
15400          * - XF4 = NIVEL MAXIMO DOS TANQUES DE IMPORTACAO
15500          * - XF5 = TONELAGEM HORA MOVIMENTADA NA EXPORTACAO
15600          * - XF6 = NIVEL MAXIMO DOS TANQUES DE EXPORTACAO
15700          * - XF7 = TONELAGEM HORA BOMBEADA PELAS REFINARIAS
15800          * - XF8 = TONELAGEM HORA BOMBEADA PARA O PORTO
15900          * - XF9 = ESTOQUE MEDIO DOS TANQUES DE IMPORTACAO
16000          * - XF10 = ESTOQUE MEDIO DOS TANQUES DE EXPORTACAO
16100          * - S1 = NUMERO DE BERCO DE ATRACAO
16200          * - S2 E S3 = NIVEIS MAXIMOS DOS TANQUES DE IMP. E EXP.
16300          *
16400          STORAGE S1,6/S2,130010/S3,340010
16500          INITIAL XF1,0/XF2,0/XF3,295/XF4,130000/XF5,545
16600          INITIAL XF6,340000/XF7,295/XF8,530/XF9,30000/XF10,200000
16700          *****
16800          * NUMERO DE DIAS SIMULADOS - DE TRES EM TRES DIAS
16900          *****
17000          START 21,NP
17100          START 3
17200          START 9,NP
17300          START 3
17400          START 6,NP
17500          START 3
17600          START 3,NP
17700          START 6,NP
17800          START 3

```

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGERSCHOU, H. Planning and Design of Ports and Marine Terminals. Wiley, New York, 1983.
2. ASHFORD, N. Stochastic Modelling of Passenger and Baggage Flows Through an Airport Terminal Traffic Engineering and Control, University of Texas, USA, maio, 1976.
3. BRINATI, M.A. Avaliação dos Tempos de Espera e Atendimento de Comboios Fluviais. São Paulo, 1981.
4. BURKE, P.J. The Output of Queueing System. Operation Research, vol. 4, dezembro, 1956.
5. CHURCHMAN, C.W. Introduction to Operations Research. Wiley, New York, 1957.
6. CODESP. Porto de Santos - Estatísticas. 1983/1984.
7. DE NEUFVILLE, R e STAFFORD, J.H. Systems Analysis for Engineers and Managers. McGraw-Hill, 1971.
8. EDMOND, D.E. Operating Capacity of Containers Berths. The Dock and Harbour Authority, novembro, 1975.
9. GASP Manual do Usuário. Centro de Computação Eletrônica da USP, 1979.
10. GORDON G. The Applications of GPSS-V to Discrete System Simulation. Prentice Hall, 1975.
11. GPSS. User's Manual. Burroughs Inc., 1979.
12. GUALDA, N.D.F. Modeling the Airport Terminal Building for Capacity Evaluation under Level-of-Service Criteria. Tese de Ph.D., The University of Texas at Austin, 1978.
13. GUALDA, N.D.F. O Modelo Acap para Análise e Balanceamento da Capacidade de um Terminal Aeroportuário de Passageiros Associado a Níveis de Serviço. 2º Congresso de Desenvolvimento Tecnológico de Transportes, novembro, 1981.
14. HEEFES, H. On the Output of GI/M/N Queueing System with Interrupted Poisson Input. Operations Research, vol. 24, maio, 1976.
15. HUNT, G.C. Sequential Arrays of Waiting Lines. Operation Research, vol. 23, novembro, 1975.
16. LEE, A.M. Queueing Processes Associated With Airline Passenger Check-in. Operations Research, março, 1959.

17. MADZIAR, J.B. Some Aspects of Operations Research in The Planning of Fishing Harbours. Fishing News, Londres, 1970.
18. METTAN, M.A. Forecasting Delays to Ships in Port. The Dock and Harbour Authority, abril, 1967.
19. MINISTRY OF TRANSPORT. Technical Standards for Port and Harbour Facilities in Japan. The Overseas Coastal Area and Development Institute of Japan, 1983.
20. NOVAES, A.G. Pesquisa Operacional e Transportes: Modelos Probabilísticos. Mc Graw-Hill, 1975.
21. NOVAES, A.G., MACEDO, R.B.R. e OLIVEIRA, V.R.L. Determinação dos Tempos de Espera para o Dimensionamento de Berços de Atracação. 7º Congresso Nacional de Transportes Marítimos e Construção Naval, 1978.
22. PORTOBRÁS. Relatório Anual. 1982/1983.
23. PORTSIM (User's Manual). World Bank Group, dezembro, 1974.
24. QUINN, A. Design and Construction of Ports and Marine Structures. McGraw-Hill, 1972.
25. REEVES, S.J. Evaluation of Port Functioning Characteristics. The Dock and Harbour Authority, março, 1970.
26. ROSENSHINE, M. Approximate Solutions for some Two Stages Tandem Queues. Operations Research, vol. 23, 1975.
27. SCRIBER, T. Simulation Using GPSS. Wiley, 1974.
28. SHIMIZU, T. Simulação em Computador Digital. Blucher, 1975.
29. SIMULA Manual do Usuário. Centro de Computação Eletrônica da USP, 1979.
30. TAHA, A.H. Operations Research: An Introduction. MacMillan Publishing, 1971.
31. TAYLOR, T. Técnicas de Simulação em Computadores. Ed. Vozes, 1971.
32. VALAVICIUS, A.J. Aplicação da Linguagem GPSS a um Problema de Fila num Terminal Exportador de Minério de Ferro. Seminário de Engenharia Naval, EPUSP, outubro de 1981.
33. VASCONCELLLOS, R. T. Modelo para o Atendimento aos Navios no Porto de Santos. Seminário de Engenharia Naval, EPUSP, 1984.
34. WHITE, SCHMIDT e BENETT. Analysis of Queueing Systems. Academic Press, 1972.

35. WHITE, I.R.P. The Use of Waiting Line Theory in Planning Expansion of Port Facilities. The Dock and Harbour Authority, fevereiro de 1970.
36. 7AVALONI, G. Adequação de Projetos Portuários à Moderna Tecnologia Naval. Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia Naval da EPUSP, 1973.

BIBLIOGRAFIA

1. AGERSCHOU, H. Planning and Design of Ports and Marine Terminals. Wiley, New York, 1983.
2. ARAÚJO, J.R. Santos - O Porto do Café. São Paulo, 1969.
3. A.S.C.E Port's 77. Volumes I e II, 1977.
4. ASHFORD, N. Stochastic Modelling of Passenger and Baggage Flows Through an Airport Terminal Traffic Engineering and Control, University of Texas, Usa, maio, 1974.
5. BOTTER, R.C. Levantamento e Análise de Técnicas Aplicáveis ao Dimensionamento Operacional do Sistema Portuário. Seminário de Engenharia Naval, EPUSP, 1982.
6. BRASCONSULT. Plano Diretor Portuário do Brasil. Brasconsult, Brasília, 1979.
7. BRINATI, M.A. Avaliação dos Tempos de Espera e Atendimento de Comboios Fluviais. São Paulo, 1981.
8. BRUNN, P. Port Engineering. Gulf Publishing Co., Houston, 1976.
9. BURKE, P.J. The Output of Queueing System. Operation Research, vol. 4, dezembro, 1956.
10. CHURCHMAN, C.W. Introduction to Operations Research. Wiley, New York, 1957.
11. CODESP. Porto de Santos - Estatísticas. 1983/1984.
12. CORNICK, H.F. Dock and Harbour Engineering. Charles Griffin, London, 1960.
13. COSTA NETO, P.L.O. Estatística. Blucher, 1977.
14. DALLY, H.K. Container Handling and Transport. C.S. Publications, England, 1983.
15. DE NEUFVILLE, R e STAFFORD, J.H. Systems Analysis for Engineers and Managers. McGraw-Hill, 1971.

16. EDMOND, D.E. Operating Capacity of Containers Berths. The Dock and Harbour Authority, novembro, 1975.
17. GASP Manual do Usuário. Centro de Computação Eletrônica da USP, 1979.
18. GORDON G. The Applications of GPSS-V to Discrete System Simulation. Prentice Hall, 1975.
19. GPSS. User's Manual. Burroughs Inc., 1979.
20. GPSS-V General Purpose System Simulation. Manual do Usuário, Centro de Computação Eletrônica do Instituto de Física da USP, 1980.
21. GUALDA, N.D.F. Modeling the Airport Terminal Building for Capacity Evaluation under Level-of-Service Criteria. Tese de Ph.D., The University of Texas at Austin, 1978.
22. GUALDA, N.D.F. O Modelo Acap para Análise e Balanceamento da Capacidade de um Terminal Aeroportuário de Passageiros Associado a Níveis de Serviço. 2º Congresso de Desenvolvimento Tecnológico de Transportes, novembro, 1981.
23. HEEFES, H. On the Output of GI/M/N Queueing System with Interrupted Poisson Input. Operations Research, vol. 24, maio, 1976.
24. HILLIER, F.S. Introduction to Operations Research. Holden-Day, San Francisco, 1967.
25. HUNT, G.C. Sequential Arrays of Waiting Lines. Operation Research, vol. 23, novembro, 1975.
26. KLEINROCK, L. Queueing Systems. Wiley, New York, 1975.
27. LEE, A.M. Queueing Processes Associated With Airline Passenger Check-in. Operations Research, março, 1959.
28. MADZIAR, J.B. Some Aspects of Operations Research in The Planning of Fishing Harbours. Fishing News, Londres, 1970.
29. MARGUES, R.M. Elementos de Estatística. IME, Universidade de Campinas, São Paulo, 1969.
30. METTAN, M.A. Forecasting Delays to Ships in Port. The Dock and Harbour Authority, abril, 1967.
31. MINISTRY OF TRANSPORT. Technical Standards for Port and Harbour Facilities in Japan. The Overseas Coastal Area and Development Institute of Japan, 1983.
32. MORSE, P.M. Queues, Inventories and Maintenance. Wiley, New York, 1962.

33. NAGORSKY, B. Port Problems in Developing Countries. The International Association of Ports and Harbours, Tokyo, 1972.
34. NAYLOR, T. et alii. Técnicas de Simulação em Computadores. Ed. Vozes, 1971.
35. NOVAES, A.G. Transporte Marítimo. Almeida Neves Editores Ltda., 1976.
36. NOVAES, A.G. Pesquisa Operacional e Transportes: Modelos Probabilísticos. Mc Graw-Hill, 1975.
37. NOVAES, A.G., MACEDO, R.B.R. e OLIVEIRA, V.R.L. Determinação dos Tempos de Espera para o Dimensionamento de Berços de Atracação. 7º Congresso Nacional de Transportes Marítimos e Construção Naval, 1978.
38. OLIVEIRA, V.R.L. Linguagem de Simulação: Aplicação ao Projeto de Expansão de um Terminal Portuário. Seminário de Engenharia Naval, EPUSP, 1975.
39. PAGE, E. Queueing Theory in OR. Chapman & Hall, Londres, 1971.
40. PORTOBRÁS. Relatório Anual. 1982/1983.
41. PORTOS E NAVIOS. Anuário de Portos 82/83. Rio de Janeiro, 1983.
42. PORTSIM User's Manual. World Bank Group, dezembro, 1974.
43. QUINN, A. Design and Construction of Ports and Marine Structures. McGraw-Hill, 1972.
44. REEVES, S.J. Evaluation of Port Functioning Characteristics. The Dock and Harbour Authority, março, 1970.
45. ROSENSHINE, M. Approximate Solutions for some Two Stages Tandem Queues. Operations Research, vol. 23, novembro, 1975.
46. SCRIBER, T. Simulation Using GPSS. Wiley, 1974.
47. SHIMIZU, T. Simulação em Computador Digital. Blucher, 1975.
48. SIMULA Manual do Usuário. Centro de Computação Eletrônica da USP, 1979.
49. TAMA, A.H. Operations Research: An Introduction. MacMillan Publishing, 1971.
50. TAYLOR, T. Técnicas de Simulação em Computadores. Ed. Vozes, 1971.

51. TRANSESP. Planejamento e Projeto Básico do Porto de São Sebastião. Transesp, 1977.
52. VALAVICIUS, A.J. Aplicação da Linguagem GPSS a um Problema de Fila num Terminal Exportador de Minério de Ferro. Seminário de Engenharia Naval, EPUSP, outubro de 1981.
53. VASCONCELLLOS, R. T. Modelo para o Atendimento aos Navios no Porto de Santos. Seminário de Engenharia Naval, EPUSP, 1984.
54. WHITE, SCHMIDT e BENETT. Analysis of Queuing Systems. Academic Press, London, 1972.
55. WHITE, I.R.P. The Use of Waiting Line Theory in Planning Expansion of Port Facilities. The Dock and Harbour Authority, fevereiro de 1970.
56. ZAVALONI, G. Adequação de Projetos Portuários à Moderna Tecnologia Naval. Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia Naval da EPUSP, 1973.