

# CONTRIBUCIÓN PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE TERMINALES DE HIDROVIÁS URBANAS DE PASAJEROS

C. F. Almeida\* and K. Yamamoto  
Nagoya Institute of Technology, NIT, Nagoya, Japan

\*[cfalmeida8@hotmail.com](mailto:cfalmeida8@hotmail.com)

J. A. Sant'Anna  
University of Brasilia, UnB, Brasilia, Brazil

## RESUMEN

The terminal is one of the functional elements that play an important role in the operational planning of the Urban Waterway Transportation System – UWTS. This is because the terminal allows the observation of the extant relationship between the transportation service and its user, and therefore how the performance of the service determines its acceptability. However, in the urban waterway transportation terminals extant in Brazil, it is possible to observe that, in many cases passengers' necessities are not satisfied, so there are operational deficiencies in these kinds of terminal, such as time of passengers attendance is insufficient, inadequate boats for the demand, loading area with inadequate measurement, among other. Thus, this paper aims at contributing to the development of the future projects to design of the urban passenger waterway transportation terminals, using this way a method for optimization of loading vehicles time in urban waterway transportation terminals, considering like that some variables, such as: the demand to be satisfied; and operational parameters such as the frequency or boats flow, and mainly the passenger waiting times. It have been identified the main problem in the terminal as being the lines building. Finally, in the end of this work some models of the Queuing Theory have been suggested as tools for optimizing times for loading vehicles in the urban waterway transportation terminals.

## 1. INTRODUCCION

Cuando se piensa en la extensión territorial que constituye Brasil, se imagina de inmediato en la bio diversidad que lo cerca. De hecho, la principal imagen que retrata Brasil internacionalmente es la composición de los recursos naturales que posee. No en tanto estos recursos naturales no reciben la atención que merecen en lo que se refiere a la manutención de su bio diversidad o en la utilización adecuada de los medios naturales que ella proporciona. Un ejemplo claro de esta situación se verifica al observar las formas de viajes utilizado en determinadas regiones del país, como por ejemplo, en la region del norte, donde podria utilizarse los recursos naturales tales como los rios navegables, de tal forma que se proporcione viajes eficaces y seguros.

De esta forma, Santana [10] relata que el transporte hidroviário, esta olvidado a pesar de las areas que atiende. Por ser un transporte sim muchas alternativas y con el agrabante de los pasajes bajos, no ha sido motivo de atención, a no ser de aquellos organos que tienen responsabilidad de ofrecer el servicio. Lo que en realidad ocasiona el surgimiento de una serie de prolemas inherentes al sistema de transporte hidroviario.

Entre los tantos problemas que afectan el sistema de transporte hidroviario, Nascimento [9], destaca que los más grandes son de orden operacional y institucional. Considerando todo lo

anterior, en este estudio es dado un mayor énfasis a los problemas de carácter operacional, ya que la función principal del transporte es de proporcionar el acceso de las personas a las actividades que son desarrolladas en las áreas urbanas, sobretodo viabilizando las mismas. Entre los problemas relacionados al Sistema de Transporte Hidroviario Urbano de Pasajeros – STHUP, se destaca los de los terminales y con ellos el interés de estudiar directrices para los proyectos físicos de terminales hidroviarios urbanos de pasajeros.

Em cuanto a los detalles de dimensionamiento de los componentes de un proyecto arquitectónico de terminales hidroviarios, se destaca el trabajo desarrollado por Barbosa [1], donde el autor define un esquema arquitectónico general para adoptar, instalaciones y facilidades básicas para ser ofrecidas para los pasajeros.

Sim embargo, antes de desarrollar un proyecto arquitectónico direccionado a las instalaciones físicas de los terminales, se debe estudiar la demanda de pasajeros que componen el STHUP y principalmente los procesos de llegada y atendimento de los mismos; para posteriormente, en función de los modelos adecuados de embarque y desembarque de pasajeros, dimensionar y proyectar las obras físicas del terminal propiamente dicho.

Em este trabajo, se admite, inicialmente, que los modelos propuestos por los estudios de filas junto con los métodos de dimensionamiento del tiempo de espera y del ciclo óptimo de semáforos pueden ser utilizados con herramienta de control de llegada y atendimento de los pasajeros en los terminales hidroviarios urbanos y en consecuencia podriase optimizar los tiempos de embarque y desembarque de los usuarios del STHUP.

## **2. SISTEMA DE TRANSPORTE HIDROVIÁRIO URBANO DE PASAJEROS Y SUS COMPONENTES**

Este item trata de los fundamentos teóricos necesarios para la realización del estudio desarrollado. De esta forma, se identifico primero el sistema de transportes, destacandose los elementos constituyentes del mismos, direccionando el estudio para el Sistema de Transportes Hidroviario Urbano de Pasajeros – STHUP, y finalmente focalizando las acciones en el elemento terminal, constituyentes del STHUP, el cual es el principal objetivo de este estudio.

### **2.1. Sistema de Transporte**

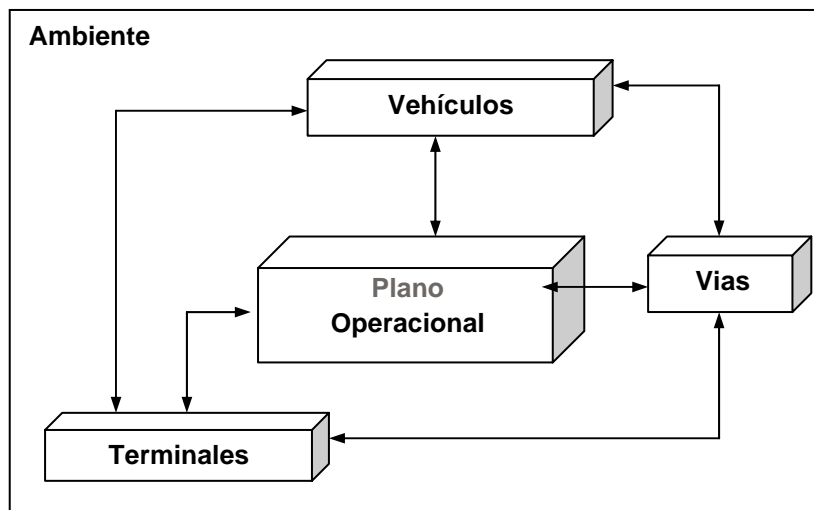
La sociedad vive organizada en torno de sistemas complejos através de los cuales, el hombre trata de proporcionar alguna apariencia que de orden a su universo. Algunas instituciones menos complejas, como la familia, pueden ser consideradas como sistemas, sim embargo, instituciones más complejas como la economía, el transporte, y la política, entre otras, necesitan de un tratamiento del sistema mejor detallado.

De acuerdo con Setti & Widmer [11], un sistema es un grupo de componentes que interactúan para desempeñar una tarea para alcanzar un objetivo pré-definido. Una otra definición es propuesta por Kawamoto [6] donde el autor afirma que, sistema es un conjunto de partes que interactúan de modo que alcanzan un determinado fin, de acuerdo con un plano; o un conjunto de procedimientos, doctrinas, ideas o principios, logicamente ordenados y coherentes con la intención de describir, explicar o dirigir el funcionamiento de un todo. Para este estudio se asume un sistema como un conjunto de elementos relacionados de manera dinámica, generandose actividades con el fin de alcanzar objetivos y propósitos pre establecidos. Así, dentro de cada sistema existe un conjunto de ideas, informaciones, propósitos y objetivos que deben ser tratados de manera organizada y dinámica. Un ejemplo

es un sistema de transportes, con las vías, vehículos e terminales, donde la red viaria es un sub sistema, así como lo son los vehículos y los terminales.

**2.1.1. Componentes de un Sistema de Transporte.** Un sistema de transporte no se desarrolla por sí solo, mucho menos es considerado auto suficiente, lo que lo torna dependiente de algunos factores y elementos intrínsecos al mismo, como forma de proporcionar su funcionamiento eficiente. Los elementos que constituyen el sistema de transporte son: vehículos, vías, terminales, y el plano de operación, además del ambiente donde los mismos están inseridos, conforme se representa en la figura 2.1.

**2.1.2. Sistema de Transporte Hidroviario Urbano de Pasajeros – STHUP.** El Sistema de Transporte Hidroviario Urbano de Passageiros - STHUP se refiere esencialmente al movimiento de personas por medio de vías navegables e hidrovías, utilizándose para esto, las embarcaciones que deben atender exclusivamente al transporte urbano y suburbano y al transporte de pequeña distancia.



**Figura 2.1** - Sistema de transporte e seus componentes funcionais.

El STHUP obedece a algunos requisitos más restrictos, donde las embarcaciones deben ser adecuadas para los pequeños viajes considerados, entre los terminales. Los terminales, deben ser integrados al ambiente urbano, y tanto las embarcaciones cuanto los terminales, deben ser adecuados a las vías navegables y con características peculiares variando de región para región.

**2.1.2.1. Terminal hidroviario.** Según Morlok [8], terminal es una parte del sistema de transporte, donde se da la interface entre dos o más modos de transporte, o entre dos diferentes rutas de un mismo transporte, en el cual se ofrece ofertas especiales para facilitar la transferencia entre diferentes servicios. También según el autor, los terminales de transporte tienen algunas funciones básicas que deben de ser ejecutadas de manera correcta. Son las siguientes: embarque y desembarque de pasajeros o cargas; acomodo de pasajeros o cargas desde el momento de la llegada hasta el momento de la partida; documentación de viaje (venta de pases, reservas); acomodo y mantenimiento de los vehículos; concentración y acomodo de los pasajeros y cargas dentro de grupos económicamente específicos.

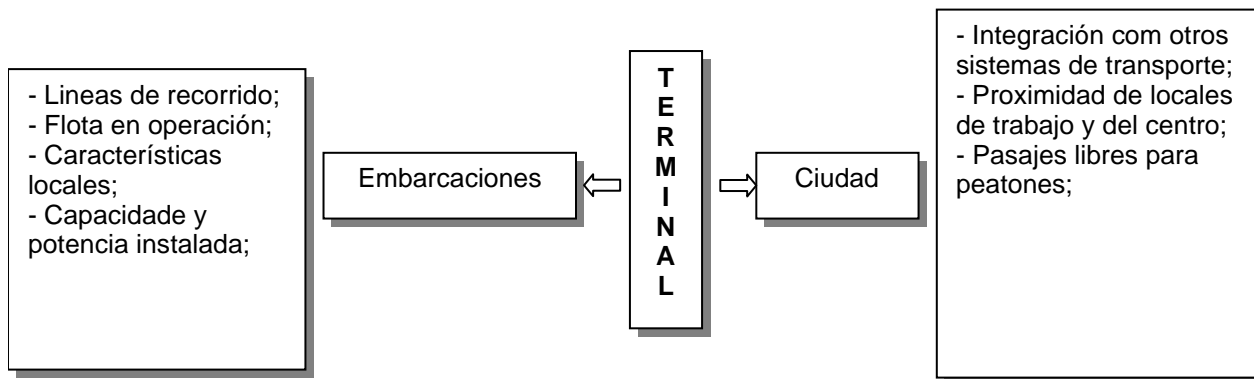
Se considera el terminal, un elemento esencial en el sistema de transportes hidroviario, pues a través de él se ejecutan no solamente las actividades de embarque y desembarque de pasajeros y cargas, además de otras diversas tareas, como, la relación existente entre el usuario del servicio de transporte y el propio servicio ofrecido, es por esta razón que su desempeño determina la aceptabilidad del servicio.

Frente a esta diversidad de necesidades de los diversos terminales hidroviarios, se considera preciso examinar las características de los mismos y sus interacciones con el ambiente para los objetivos del presente estudio, como será descrito a continuación.

**2.1.2.2. Terminal hidroviario urbano de pasajeros y sus interfaces.** El terminal hidroviario urbano de pasajeros, como o propio nombre lo indica, es utilizado exclusivamente para el desplazamiento de pasajeros que se trasladan entre las áreas urbanas, o sea, el medio donde el terminal se insiere, posee características estrictamente urbanas o los viajes tienen características urbanas.

Barbosa[1], afirma que los terminales hidroviarios de pasajeros presentan características urbanas cuando los dos puntos extremos del viaje se localizan en la misma ciudad o en una misma región metropolitana, atendiendo a los transportes urbanos y suburbanos. Sin embargo Nascimento [9], afirma que un viaje es de característica urbana cuando existe una dependencia socio económica entre los núcleos urbanos extremos del viaje, provocando un movimiento diario de ida y vuelta de personas. Este movimiento es caracterizado por viajes de tipo casa-trabajo y/o casa-escuela. Otro tipo bastante común de viaje, es el de turismo costero, donde existen centros urbanos en islas o accidentes geográficos que presentan atracciones turísticas naturales.

De forma general, los terminales hidroviarios urbanos de pasajeros están dentro de ambientes urbanos, donde propician relaciones de uso y mudanzas en el medio, determinando, de esta forma, el mecanismo de funcionamiento en forma general de un terminal, así como la relación existente entre el terminal y la embarcación y el terminal y la ciudad, donde, el conocimiento de estas relaciones auxilia en la concepción del proyecto de un terminal hidroviario. La figura 2.2 representa de forma esquemática la integración entre terminal-embarcación-ciudad.



**Figura 2.2** – Interfaces del terminal (Fuente: IPT [5]).

Además de la identificación de las relaciones existentes entre el terminal-embarcación-ciudad, existen otros parámetros importantes, que deben ser analizados en la concepción del proyecto del terminal hidroviario, sirviendo también para atender las necesidades de un terminal hidroviario urbano de pasajeros. Estos datos son los siguientes: embarcación a ser utilizada; demanda a ser atendida; parámetros de operación: frecuencia de flujo de

embracaciones, intervalos de atendimento (*headway*) y tiempo de espera.

### 3. TEORIA DE LAS FILAS Y METODO DE DIMENSIONAMIENTO DEL TIEMPO DE ESPERA Y DEL CICLO ÓPTIMO DE SEMÁFOROS

#### 3.1. Teoria de las Filas

De acuerdo con Klein [7], la teoria de las filas puede ser entendida como un proceso matemático que se preocupa con o dimensionamiento de las estaciones de atendimento, de forma para minimizar conjuntamente los costos, con los costos de espera de los elementos que aguardan para ser atendidos. Já Dantas *et al.* [4], relata que la teoria de las filas es una manera de estudiar los fenomenos de espera, que en general terminan en la necesidad de compartir y utilizar recursos. De una forma o de otra, uso de la teoria de las filas, posee inumeras aplicaciones, de entre las cuales la que se propõe desarrollar en este trabajo, o sea, la utilización de sus conceptos junto con las técnicas de control do flujo de trafico en intersecciones semaforizadas. Para esto, es describir algunos aspectos importantes y necesarios en el dimensionamiento de semaforos, como será presntado seguidamente.

#### 3.2. Dimensionamiento de Semaforos - Aspectos Básicos

En le desarrollo de modelos direccionados a los dimensionamientos de semaforos, mas precisamente para el ciclo de semáforo, es de total importancia la identificación de tres aspectos básicos, pues sin estos, el ciclo del semaforo estará propenso para ser determinado con fallas, contribuyendo de esta forma para el surgimiento de futuros transtornos al usuário. Los aspectos son los siguientes: variación del flujo y distribución de las llegadas; capacidad de atendimento del semáforo y la determinación de las fases del ciclo de un semáforo.

**3.2.1. Teoria de las Filas en la Determinación del Ciclo Óptimo de Semáforos.** Se pretende presentar el método de determinación del tiempo médio de espera de los vehiculos y posteriormente del ciclo óptimo en una intersección, utilizando un modelo de filas, desenvuelto por Brinati [3]. El objetivo es verificar la posibilidad de utilizar un método semejante a este, en la otimización de los tiempos de embarque y desembarque de pasajeros en terminales hidroviários urbanos. En el estudio desenvuelto por Brinati [3], el autor, al final, comprueba su hipótesis de que la determinação del tiempo médio de espera de vehiculos en una intersección puede ser hecha utilizando un modelo de filas con atendimento en grupos, a intervalos constantes.

**3.2.1.1. Cálculo del tiempo médio de espera utilizando un modelo de filas.** En la determinación del tiempo médio de espera, puede utilizarse dos artificios, por medio de equaciones matemáticas o utilizando ademas de equaciones matemáticas, algunos programas de computador. En ambos, se debe siempre considerar algunos parametros estadísticos referentes al modelo de filas. En el estudio desarrollado por Brinati [3], el autor utilizo el segundo artificio, o seja, fue auxiliado por ferramentas computacionales, tales como el lenguaje de programación FORTRAN.

Aplicando un modelo de filas, Brinati [3] obtuvo los tiempos médios de espera de vários vehiculos en una determinada intersección. La expresión utilizada fué la siguiente:

$$\overline{W}_i = \frac{\overline{Q}_i}{\phi_i} + \frac{V e_i}{2} \quad (3.1)$$

donde:  $\bar{W}_i$  = tiempo de espera medio na fila de la faja i (segundos);  $\bar{Q}_i$  = fila média en la faja i (número de vehiculos);  $\phi_i$  = flujo de llegada de vehiculos, para la faja i; y  $Ve_j$  = fase roja efectiva (segundos).

Brinati necesito determinar, aún, algunos parametros de entrada para la programación en el lenguaje FORTRAN, además de considerar el modelo de filas en su estudio como intervalos de atendimento constantes, con la distribución de *Erlang* de orden  $K \rightarrow \infty$ . Utilizando la equación 3.1, Brinati calculo el tiempo medio de espera para cada faja de la via. Asi, al final utilizando la equación 3.2, el autor determina el tiempo medio de espera global.

$$\bar{W} = \frac{\sum_i \bar{W}_i \phi_i}{\sum_i \phi_i}$$

(3.2)

Depues de determinar los valores de los tiempos medios de espera global en una intersección semaforizada, Brinati aplicando la fórmula de Webster (equación 3.3) para el mismo caso, obtubo valores de  $\bar{W}$  compatibles con los obtenidos empleando un modelo de filas.

$$\bar{W}_i = \frac{S(1-\alpha_i)^2}{2(1-\alpha_i\rho_i)} + \frac{\rho_i^2}{2\phi_i(1-\rho_i)} - 0,65 \left( \frac{S}{\phi_i^2} \right)^{1/3} \rho_i^{(2+5\alpha_i)}$$

(3.3)

donde:  $\bar{W}_i$  = tiempo medio de espera, faja i; S = ciclo del semáforo (segundos);  $\rho_i$  = índice de congestionamiento para la faja i;  $\alpha_i$  = fración del ciclo S correspondiente al tiempo de verde efectivo para la faja i ( $\alpha_i = \frac{Ge_i}{S}$ ); y  $\phi_i$  = flujo de vehiculos, faja i (vehiculos/segundo).

Finalmente, teniendo definido los valores del tiempo medio de espera utilizando un modelo de filas y la fórmula de Webster, Brinati ploto los valores en un mismo sistema de ejes cartesianos, verifico que las referentes curvas para los dos grupos de valores eram practicamente coincidentes en una faja de variación del ciclo S, permitiendo afirmar que, el modelo de filas aplicado en el calculo del tiempo medio de espera, y a través de la fórmula de Webster eran similares.

#### 4. PROCESOS DE LLEGADA Y ATENDIMIENTO DE VEHICULOS EN EL TERMINAL DE SAN JOAQUIM: ESTUDIO DEL CASO

La necesidad de realizar un estudio referente a los procesos de llegada y atendimento de los usuarios del terminal hidroviário es importante para el planeamiento de las operaciones de embarque y desembarque de los pasajeros. De esa forma, se obtienen subsidios para proponer el tamaño adecuado de las instalaciones físicas y operacionales del terminal, con el propósito de adecuar la oferta de los servicios de transportes a la demanda existente. Luego,

fueron realizados análisis estadísticos y operacionales de los datos colectados en el terminal San Joaquim, referentes básicamente a los procesos de llegada y atendimento de los pasajeros conductores de vehículos automotores.

#### 4.1. Processo de Chegada

La forma como se procesa el ritmo de llegada de los pasajeros en las entradas de acceso en la puerta de embarque del terminal, fue la primera característica analizada. Sin embargo algunas consideraciones operacionales y estadísticas fueron hechas en el análisis del proceso, las cuales son relatadas a continuación.

**4.1.1. Análise Operacional.** Antes de iniciar la colecta de datos propiamente dicha, referente al proceso de llegada de vehículos, fue necesario observar como ocurrían las llegadas, con la finalidad de definir la forma mas apropiada de medida de los tiempos de llegadas sucesivas entre los vehículos; en termos de números medios de vehículos por alguna unidad de tiempo, o el tiempo medio entre las sucesivas llegadas. Después de observar el sistema operacional existente de varios procesos de llegadas, se opto por le segundo tipo de medida, midiendo así el tiempo medio entre las sucesivas llegadas.

**4.1.2. Análises Estatísticas.** Con relación a las análisis estadísticas, el principal enfoque para ser dado, se refiere al ritmo de las llegadas de los vehículos en el terminal. De esta forma fue posible verificar, a través de representación grafica, como sed comportan las llegadas, identificando así la distribución estadísticas que mas se aproxima de los datos reales representados por la curva de la figura 4.1. Esto puede ser posible, comparando la curva de los datos reales con las distribuciones conocidas en la ciencia estadística.

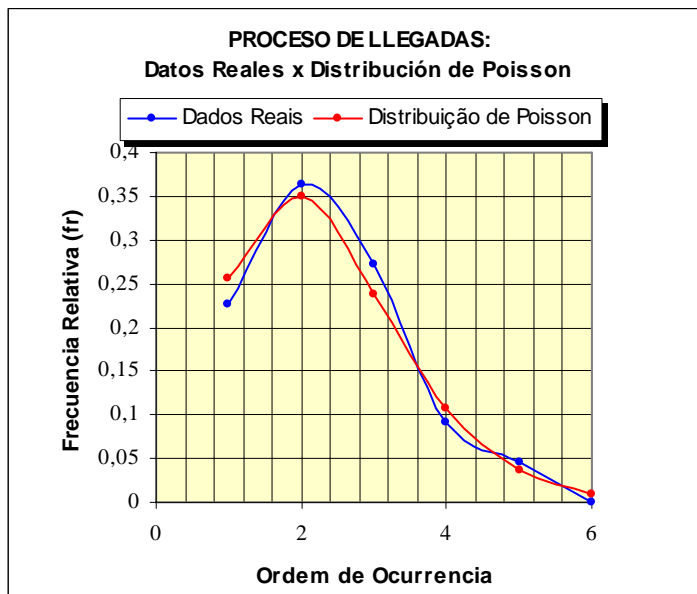
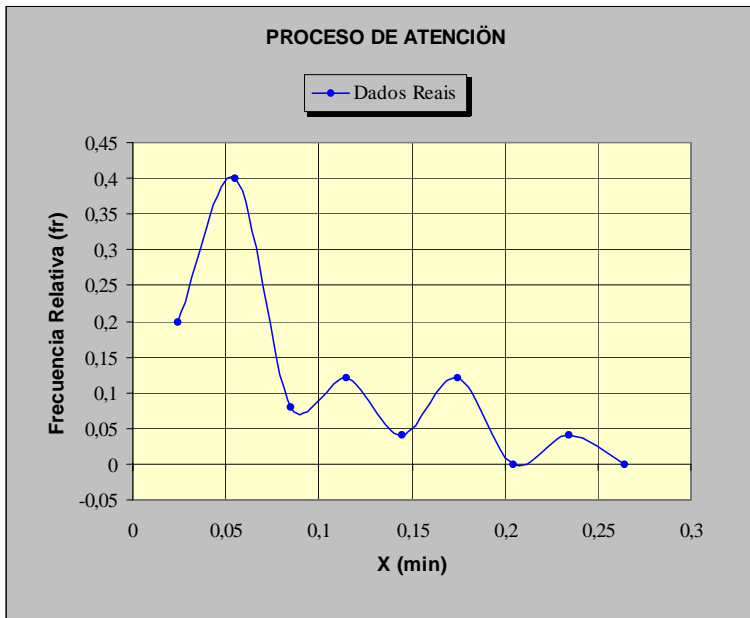


Figura 4.1 - Processo de chegada: Dados Reais x Distribuição de Poisson.

Analizando la figura 4.1 se llega a la conclusión de que el proceso de las llegadas sucesivas de los vehículos que ocurren en el terminal hidroviario de San Joaquim, obedece la distribución de Poisson, lo que lleva a afirmar que las llegadas son Markovianas (D), probabilísticas o aleatorias.

## 4.2. Proceso de Atendimento

Utilizando el mismo raciocinio del análisis del proceso de llegada, fueron hechas inicialmente algunas consideraciones operacionales para el proceso de atendimento. Sin embargo, las análisis estadísticas fueron las más importantes y serán descritas a continuación:



**4.2.1. Analisis Estadística.** Así como fue realizado el análisis estadístico del proceso de llegada de los vehículos en el terminal hidroviario, fueron hechas también para el proceso de atendimento, o sea; los datos obtenidos en el terminal hidroviario fueron plotados en un sistema de ejes cartesianos, con el objetivo de se verificar cual distribución estadística es la que más se aproxima con los datos obtenidos en el terminal. La figura 4.2 representa la distribución de los tiempos de atendimento observados

**Figura 4.2** - Proceso de atendimento: Frecuencia Relativa ( $f_r$ ) x Tiempo Médio (X)

En una análisis previa, se verifica que la curva de la figura 4.2 presenta una cierta tendencia a la curva de la distribución normal, sin embargo, es necesario realiza un análisis más preciso. Pensando en esto, se utilizó la distribución de *Erlang* en la tentativa de describir el proceso de atendimento de los vehículos en el terminal hidroviario de San Joaquim, como se muestra en la figura 4.3.

Examinando cuidadosamente los ejes verticales de las figuras 4.2 y 4.3, se observa que existe una diferencia de escala entre las dos curvas. Mientras el grafico de la figura 4.2 tiene su eje vertical representado en escala aritmética; el grafico de la figura 4.3 tiene su eje representado en la escala logarítmica, pues las dos funciones de distribución son distintas.

Sin embargo, el factor de mayor interés en ese análisis, se refiere a la semejanza que existe entre las dos curvas, principalmente en el intervalo de tiempo comprendido entre 0,0245 y 0,0845 minutos, donde se concentra la mayor frecuencia de tiempos en la atención a los pasajeros. Por esta razón debido a la observación del parágrafo anterior, puede ser necesaria una transformación de variables para el adecuado uso de la curva.

Después de realizados los análisis necesarios, por medio comparativo entre las curvas referentes a las figuras 4.2 y 4.3, se llega a la conclusión de que el proceso de atendimento

de los vehículos, puede ser representado por una distribución de *Erlang* de orden  $k = 5$ , el cual al tender para un valor infinito, el proceso de atendimento tiende para una distribución normal, cuyos parámetros de atendimento son considerados constantes e iguales a la media ( $\bar{x}$ ).

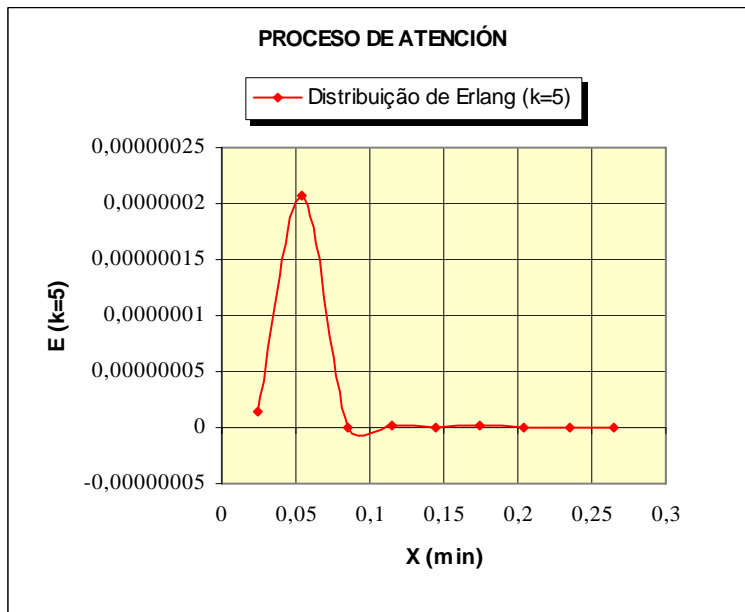


Figura 4.3 - Distribución de *Erlang* para los datos reales.

### 4.3. Modelos de Fila

A través del análisis (operacionales y estadístico) ejecutado en relación con las características básicas del proceso de filas existente hidroviario de San Joaquim, concluyese que:

- **Proceso de llegada:** Markoviano (M);
- **Proceso de atendimento:** *Erlang* ( $E_5$ );
- **Disciplina da fila:** PEPS (primero que entra, primero que sale) con predominancia de numeración prévia de los vehículos (hora predeterminada);
- **Capacidad del sistema:** em la mayor parte del año es considerado infinita;
- **Número de canales de atendimento:** sistema monocanal;
- **Etapas de atendimento:** dos etapas.

Utilizandose la notación de Kendall, se tiene:  $M/E_k/1/\infty/PEPS$ ; o por medio de su forma reducida:  $M/E_k/1$ .

### 4.4. Propuesta de Control de Llegada y Atendimento

En el ítem anterior, fue descrito el método de la fila existente en el terminal hidroviario urbano de pasajeros de San Joaquim, identificado como  $M/E_k/1$ , o sea, las llegadas son markovianas o probabilísticas; el atendimento es descrito por la distribución *Erlang* de orden  $k = 5$  e teniendo un único canal de atendimento. Con este modelo, se puede realizar algunas simulaciones, tratando de obtener el modelo más eficaz y adecuado al tipo de atendimento y definir una propuesta de control de llegadas y atendimientos de vehículos en el terminal. De cualquier forma, las simulaciones solo pueden ser efectivas en función de la existencia de las

características constituyentes del modelo de filas (llegada, atendimento, capacidad, disciplina, canales de atendimento y etapas de servicio), visto que, cualquier alteración que se haga en cualquier de las seis características o elementos formadores del modelo, su estructura también sufrirá las consecuencias de las modificaciones.

La propuesta de control, parte del principio de que, no apenas los procesos de llegada y atendimento de los vehículos en los terminales hidroviarios, sino también toda la formación de las filas así como de las características que la componen, se comportan de manera semejante a una intersección de semáforos, pues de acuerdo con el estudio realizado por Brinati (1970), las filas que se forman en una intersección semaforizada son semejantes al proceso de llegada en los terminales hidroviarios, o sea,  $M/E_k/n$  (llegada probabilística, atendimento conforme distribución de *Erlang*, y con  $n$  canales de atendimento).

En realidad, optimizar un semáforo es determinar el tiempo medio de espera de los vehículos en una intersección, de manera para satisfacer sus condiciones de seguridad rapidez y comodidad. Así como también, encontrar el ciclo óptimo del semáforo y determinar el tiempo de espera mínimo de los vehículos en la intersección, y en el caso específico de este trabajo, encontrar el tiempo de espera mínimo de un determinado vehículo en el canal de atendimento localizado en el terminal en cuestión, siendo por esta razón, considerado el punto clave de la propuesta de control de llegada y atendimento de los vehículos en el terminal.

## 5. CONCLUSIONES

Como el sector hidroviario es de baja prioridad en relación a las otras formas, puede imaginarse, como el transporte hidroviario urbano de pasajeros entre los de menor desarrollo, considerado económicamente menos lucrativo comparado con las demás formas. Esto se pone en evidencia por la escasa cantidad de estudios e investigaciones desarrolladas al respecto del transporte hidroviario urbano de pasajeros, pensando en la escasez de trabajos realizados sobre este tema en cuestión, y en la necesidad de utilizar una forma de transporte hidroviario para el desarrollo del *Hinterland* de algunas regiones (norte y nordeste) del Brasil, es que se realizó este estudio, en este caso, considerando el elemento *terminal* como el punto de partida para la reestructuración del sector hidroviario, cuyo desempeño es visto por muchos autores con factor determinante de aceptabilidad del servicio de transporte.

Tratando de relatar de una manera amplia todas las características que constituyen el terminal hidroviario urbano de pasajeros, se buscó enfocar la principal parte de este elemento, el proyecto físico. El proyecto de las instalaciones físicas del terminal es factor esencial para la realización eficiente de las actividades operacionales, donde las necesidades de los usuarios son atendidas, así como los costos son minimizados.

Sin embargo, el proyecto de la arquitectura de un terminal requiere el conocimiento de una serie de parámetros de carácter operacional y estadístico que, en la mayor parte de los casos, son de difícil identificación. De esta forma, se optó en trabajar con una pequeña parte de las actividades que interfieren en el ambiente interno del terminal, pero que tenga el poder de determinar las características operacionales del mismo, o sea, las llegadas de los pasajeros conductores de vehículos y sus respectivos tiempos de embarque.

Observándose y estudiando las llegadas de los pasajeros en el terminal, fue posible desarrollar una propuesta de optimización del tiempo de atendimento de los mismos,

utilizando para eso, algunas herramientas teóricas sin costo, tales como los Modelos de la Teoría de la Filas y los métodos de dimensionamiento de intersecciones semaforizadas. De esta forma fueron identificados algunos puntos principales que permiten evaluar la importancia de la propuesta, estas son:

- es posible que haya el desarrollo del transporte hidroviario urbano de pasajeros, utilizando investigaciones científicas baratas y que tengan resultados consistentes;
- la propuesta de optimización de los tiempos de atendimientos hidroviarios de pasajeros para el terminal hidroviario urbano es considerado relevante, esto puede ser visto por medio de los resultados alcanzados con las análisis estadísticas y operacionales realizadas.

Con esto, se puede afirmar que la propuesta desarrollada es aplicable a cualquier terminal rodoviario urbano de pasajeros que tenga atendimento de usuarios con vehículos, en los padrones del terminal estudiado.

## **BIBLIOGRAFIA**

1. Barbosa, M. H.M. *Diretrizes para Projetos de Terminais Hidroviários Urbanos de Passageiros*. Dissertação de Mestrado, Instituto Militar de Engenharia do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro-RJ, Brasil, 1982.
2. BNDES - Banco Nacional de Desenvolvimento. Transporte hidroviário urbano de passageiros. Cadernos de infra-estrutura: fatos-estratégias. Editora AI/GESIS. Rio de Janeiro-RJ, Brasil, 1999.
3. Brinati, M. A. Estudo do Escoamento do Tráfego em uma Interseção com Sinal Luminoso. Dissertação de Mestrado, Escola Politécnica da USP, São Paulo-SP, Brasil, 1970.
4. Dantas et al. Tópicos de filas e simulação. 3<sup>o</sup>. Simpósio Nacional de Probabilidade e Estatística. Universidade de São Paulo, São Paulo-SP, Brasil, 1978.
5. IPT - INSTITUTO DE PESQUISA TECNOLÓGICA. Transporte hidroviário na grande São Paulo. São Paulo-SP, Brasil, 1980.
6. Kawamoto, E. Análise de Sistemas de Transporte. 2<sup>a</sup> edição, São Carlos – SP, Brasil, 1994.
7. Klein, F. A. Dimensionamento de uma frota de veículos para manutenção de linhas e aparelhos telefônicos. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, Brasília-DF, 1981.
8. Morlok, E. K. Introduction to Transportation Engineering and Planning. International Student Edition McGraw-Hill, Inc. USA, 1978.
9. Nascimento, M. H. S. Contribuição ao Estudo do Transporte Intermodal de Passageiros em Travessias Hidroviárias: um Estudo de Caso em Manaus. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, Brasília-DF, 1999.
10. Sant'Anna, J. A. O transporte Hidroviário é Importante? Comunicações Técnicas. 10<sup>o</sup> Congresso Nacional de Transportes Públicos. São Paulo-SP, Brasil, 1995.
11. Setti, J. R. & Widmer, J. A. Tecnologia de Transportes. Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos – Departamento de Transportes. 2<sup>a</sup> Edição, editora EESC-USP. São Carlos-SP, 1999.