

---

## ARTÍCULO

Luiz Antonio Tozi, Daisy R. P. M. Bilá, Carlos Muller y Anderson Correia

### **VERIFICAÇÃO DA INFLUÊNCIA DOS EXTRATOS TEMPORAIS DA LIBERAÇÃO DE CARGA NAS OPORTUNIDADES DE MELHORIA NO NÍVEL DE SERVIÇO PERCEBIDO EM UM TERMINAL DE CARGA AÉREA INTERNACIONAL**

*Revista Transporte y Territorio N° 2, Universidad de Buenos Aires, 2010.*

---



**Revista Transporte y Territorio**  
**ISSN 1852-7175**  
[www.rtt.filo.uba.ar](http://www.rtt.filo.uba.ar)

[Programa Transporte y Territorio](#)  
Instituto de Geografía  
Facultad de Filosofía y Letras  
Universidad de Buenos Aires



---

#### **Cómo citar este artículo:**

Luiz Antonio Tozi, Bilá, Daisy R. P. M., Carlos Muller y Anderson Correia. Verificação da influência dos extratos temporais da liberação de carga nas oportunidades de melhoria no nível de serviço percebido em um terminal de carga aérea internacional. *Revista Transporte y Territorio, N° 2, Universidad de Buenos Aires, 2010.* pp. 121-135. <[www.rtt.filo.uba.ar/RTT00207121.pdf](http://www.rtt.filo.uba.ar/RTT00207121.pdf)>

*Recibido: 12 de octubre de 2008*  
*Aceptado: 23 de noviembre de 2009*



## Verificação da influência dos extratos temporais da liberação de carga nas oportunidades de melhoria no nível de serviço percebido em um terminal de carga aérea internacional.

[Luiz Antonio Tozi](#)<sup>1</sup>  
[Daisy R. P. M. Bilá](#)<sup>2</sup>  
[Carlos Muller](#)<sup>3</sup>  
[Anderson Correia](#)<sup>4</sup>

### RESUMEN

A carga aérea representa uma das importantes vertentes de uso da infra-estrutura dos aeroportos, constituindo-se na principal vocação de importantes unidades, como é o caso do Aeroporto Internacional de Campinas – Viracopos. A operação do terminal de carga aérea de importação de Viracopos foi analisada a partir do acompanhamento de 30 mil unidades de carga que passaram pelo terminal de importação nos primeiros três meses de 2008. Foram propostas metodologias para estratificação do tempo para entrega da carga e para implantação de planos de incentivo que podem tornar mais justas a tarifação dos serviços prestados pelo aeroporto aos consignatários de carga. Os resultados dessa pesquisa apontam que programas de flexibilização de tarifas aeroportuária, tais como o VCPFLEX, estão em consonância com a busca por melhoria do nível de serviço oferecido pelo terminal de carga aérea

### ABSTRACT

The air cargo represents one important use of the airports infrastructure, consisting in the main vocation of important units, as it is the case of the International Airport of Campinas - Viracopos. The operation of the importation air cargo terminal of Viracopos was analyzed from the accompaniment of thirty thousand cargos units that had passed through the importation terminal in the first quarter of 2008. This paper proposes methodologies for the cargo delivery time stratification and new goals for incentive plans to the airport cargo clients. The results of this research point that programs of incentive tariffs plans, such as the VCPFLEX, are in accord with the search for improvement of the level of service offered by the air cargo terminal.

**Palabras Claves:** Terminal de carga; Logística aeroportuaria; Análisis exploratorio; Tarifas.

**Palavras-chave:** Terminal de carga; Logística aeroportuária; Análise exploratória; Tarifas.

**Keywords:** Cargo terminal; Airport logistics; Exploratory analyses; Tariffs.

## 1. MOTIVAÇÃO

No início de sua história, a aviação estava associada prioritariamente ao transporte de passageiros. No mundo moderno atual, o valor que a velocidade da aviação agrega à carga que pode transportar atrai cada vez mais setores da economia. O comércio de produtos de alta tecnologia, de inovações com alto valor agregado, de produtos com elevada densidade de valor, as entregas expressas e produtos perecíveis são exemplos típicos da carga aérea atual.

No âmbito da infra-estrutura aeroportuária, a atividade de movimentação e armazenagem de carga tem sido a maior fonte de receitas da Infraero (INFRAERO, 2006), não obstante suas operações de exploração comercial estar concentrada em apenas 32 dos 67 aeroportos

<sup>1</sup> Instituto Tecnológico de Aeronáutica, Engenharia de Infra-Estrutura Aeronáutica, São José dos Campos, Brasil. [tozi@ita.br](mailto:tozi@ita.br)

<sup>2</sup> Faculdade de Tecnologia de São José dos Campos, Brasil. [logistica@fatecsjc.edu.br](mailto:logistica@fatecsjc.edu.br)

<sup>3</sup> Instituto Tecnológico de Aeronáutica, Engenharia de Infra-Estrutura Aeronáutica, São José dos Campos, Brasil. [muller@ita.br](mailto:muller@ita.br)

<sup>4</sup> Instituto Tecnológico de Aeronáutica, Engenharia de Infra-Estrutura Aeronáutica, São José dos Campos, Brasil. [correia@ita.br](mailto:correia@ita.br)



administrados pela empresa. Dessa forma, a carga aérea está deixando de ser considerada como um serviço aéreo periférico, para tornar-se, rapidamente, um elemento essencial para o desenvolvimento da economia brasileira.

A carga aérea representa, ainda, uma das importantes vertentes de uso dos aeroportos, constituindo-se na principal vocação de importantes unidades, como é o caso do Aeroporto Internacional de Campinas / Viracopos. Este é o primeiro aeroporto brasileiro em movimentação de carga, movimentando 32,5% da carga aérea importada e 32% da carga aérea exportada pelo Brasil, em março de 2008 (Cargonews, 2008).

O transporte e a movimentação de carga aérea nos aeroportos internacionais é objeto de atenção da OACI (Organização de Aviação Civil Internacional) em seu "ANEXO 9" à Convenção de Chicago (OACI, 1990). Nesse documento, estão delineadas normas e recomendações de natureza geral, todas voltadas para a simplificação e agilidade dos processos de controle aplicados pelos estados contratantes, com objetivo de reduzir o tempo de permanência da carga nos terminais. O Brasil, como signatário da Convenção da Organização de Aviação Civil Internacional, deve cumprir os termos constantes no anexo 9. Para tanto deve buscar harmonizar sua legislação e sua infra-estrutura com as normas e recomendações internacionais.

O desempenho da cadeia de suprimentos está associado ao grau com que ela cumpre as exigências dos usuários finais com respeito aos indicadores de desempenho ao longo do tempo, e com respeito ao custo total da cadeia de suprimento. Assim, buscar melhorias no desempenho do serviço que vem sendo prestado pelo sistema logístico associado ao transporte aéreo de carga nos aeroportos brasileiros permite um adequado funcionamento das diversas cadeias logísticas em que o terminal de carga aérea está inserido.

O objetivo do presente trabalho é empreender uma análise exploratória de dados do sistema logístico do recebimento de cargas do terminal (TECA) de importação do Aeroporto Internacional de Campinas/Viracopos que leve a proposta de metodologias para estratificação do tempo para entrega da carga e para implantação de planos de incentivo que possam tornar mais justas a tarifação dos serviços prestados pelo aeroporto aos consignatários de carga. E assim, oriente a busca por melhoria do nível de serviço oferecido pelo terminal de carga aérea.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

A literatura que trata de análise de terminais de carga aérea é bastante escassa, muito embora estes sejam elementos chaves da logística internacional. Por outro lado, diversos trabalhos têm discutido os conceitos logísticos e de transporte que podem ser aplicados com algumas adaptações a qualquer cadeia produtiva. Estes textos serão brevemente discutidos nas próximas seções, de forma a oferecer conceitos que serão explorados posteriormente na fase metodológica.

### **2.1. A Geração de Valor e a Cadeia de Suprimentos**

Uma cadeia de suprimento pode ser entendida como uma rede de atividades, físicas e de decisões, que são conectadas pelo fluxo de material e de informação que cruzam fronteiras organizacionais (Van der Vorst, 2000). O propósito das cadeias de suprimentos é gerar valor para o consumidor final, satisfazendo também os demais integrantes da cadeia. Assim, simultaneamente à criação de valor ao consumidor, é essencial gerar valor para os acionistas, ou seja, gerar lucro e crescimento para as empresas envolvidas. Valor (Porter, 1985) é a quantidade de recurso que os compradores estão dispostos a pagar pelo que a organização fornece, sendo medido pela receita total.



## 2.2. Incertezas na cadeia de suprimentos

As incertezas estão relacionadas com as atividades. Sejam elas as tarefas a serem executadas ou com as decisões a serem tomadas. A variabilidade é uma característica intrínseca do serviço logístico (Figueiredo e Wanke, 2000), assim o nível de incerteza de uma tarefa ou decisão a ser tomada é função das variáveis presentes no ambiente externo, no sistema interno de uma organização, ou do desempenho requerido. Dessa forma, as incertezas logísticas que estão relacionadas às exigências do cliente, referem-se à combinação entre as características da demanda e as características do produto, e variam em função de três aspectos principais: quantidade, qualidade e tempo.

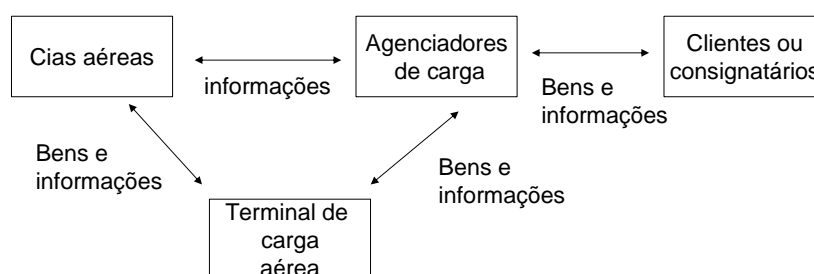
## 2.3. A Qualidade no Nível de Serviço

A satisfação do cliente do sistema logístico se dá quando este percebe que o serviço prestado apresenta um desempenho melhor ou igual ao serviço que ele esperava receber. De acordo com Figueiredo e Wanke (2000), a comparação entre essa percepção de desempenho e a expectativa do consumidor em relação a cada item do serviço fornecerá o intervalo (*gap*) de satisfação. Quanto maior esse intervalo, mais insatisfeito estará o consumidor com o serviço prestado.

## 2.4. Atores da cadeia de suprimento da carga aérea

Durante os estudos sobre os impactos que a mudança do aeroporto de Hong Kong para fora do centro da cidade acarretaria à cadeia de suprimento da carga aérea local, Yat-wah Wan, et al, (1998) percebeu a necessidade de descrever os principais participantes, as interações existentes entre eles e a importância de focalizar os clientes (embarcadores e/ou consignatários da carga) e seus agentes de carga. Segundo sua pesquisa, nessa cadeia há quatro grupos principais de participantes: as linhas aéreas, os terminais de carga dos aeroportos, os agentes de carga e os clientes (embarcadores e consignatários). A Figura 1 ilustra a relação entre esses grupos.

**Figura 1: Relações entre os diferentes participantes da indústria de transporte aéreo de carga.**



Fonte: Yat-wah Wan, et al, (1998).

## 2.5. Significância do terminal de carga no desempenho da cadeia de suprimento

Segundo Khan (2000), a influência do desempenho do terminal de carga aérea na qualidade percebida pelo cliente ou consignatário da carga é um campo ainda não devidamente estudado.

A competitividade entre aeroportos regionais foi trabalhada por AZhang (2003) onde ele descreve as características da carga aérea na região Ásia-Pacífico, examina o aumento de competitividade entres os aeroportos da região e do mundo, e analisa qualitativamente



alguns fatores competitivos da indústria de carga aérea e possíveis reflexos nas cadeias de suprimento.

## 2.6. Caracterização dos terminais de carga aérea

Embora todo terminal de carga aérea seja, em essência, um armazém, o terminal tem características e necessidades originais e seu projeto e operação devem refletir estas exigências individuais.

A operação de um terminal de carga aérea é uma combinação complexa de fluxos de informação e de materiais, tendo muitos estágios de processamento ao longo das linhas de fluxo (Van Oudheusden, 1994). Estes estágios de processamento são, em geral, inspeção de alfândega, documentação, consolidação e desconsolidação dos paletes aeronáuticos ou ULD (*unit load device*), do transporte, e das outras operações de manuseio de material. As taxas da chegada e de serviço variam ao longo do dia e os sistemas de manuseio e armazenagem devem ser capazes de tratar elementos desiguais no processo de fluxo.

Segundo Van Oudheusden (1994), a finalidade do terminal de carga é servir como um armazenamento provisório antes que a operação seguinte da cadeia de suprimento possa ser realizada. As taxas de armazenamento e de envio de materiais devem ser elevadas. Um sistema eficiente de armazenamento é vital para evitar formação de filas excessivas. Tais filas podem impedir o fluxo de operações do terminal.

## 3. METODOLOGIA

A metodologia empregada nesta pesquisa possui três fases, que são descritas a seguir:

1. Prospecção Dirigida: refere-se à descrição das atividades logísticas que compõem o processo de recebimento de cargas do terminal de importação do Aeroporto Internacional de Campinas/Viracopos, através do detalhamento das características do sistema a ser analisado e encerra-se na determinação das fronteiras de análise e delimitação do problema e da massa de dados.
2. Análise Exploratória dos dados: Esta etapa deve descrever as ferramentas aplicadas na análise exploratória dos dados e os critérios usados na execução da análise. A coleta de dados foi realizada através de uma pesquisa que envolveu a participação ativa da Gerência de Logística do TECA de Viracopos e abrangem observações coletadas durante os três primeiros meses de 2008 sobre a movimentação de carga no aeroporto.
3. Proposta do modelo e seu ajuste ao caso em estudo: Nessa fase realiza-se a avaliação dos resultados da análise exploratória, a proposição do método de abordagem e sua adaptação ao caso do terminal de importação de cargas de Viracopos, apresentando as conclusões e sugestões para futuros trabalhos.

## 4. PROSPECÇÃO DIRIGIDA

### 4.1. Descrição do sistema logístico no terminal de carga de Viracopos

#### 4.1.1. Recebimento

O Processo de recebimento constitui a fase inicial de todo o conjunto de operações em relação à carga de importação. É a primeira tomada de posição, o momento em que a



Infraero recebe a carga do transportador, confere e assume a responsabilidade pela sua guarda e integridade física, até o momento em que ela seja solicitada pela fiscalização para o respectivo desembarço.

O Recebimento pode ser entendido como um conjunto de atividades realizadas em uma área apropriada do terminal de importação, que se segue à extração dos equipamentos aeronáuticos de carga (paletes e containers) da aeronave, e é formado pelas seguintes tarefas: Desunitização (ou despaletização); Conferência; Pesagem; Registro de divergências e do destino de armazenagem no software da Receita Federal (MANTRA); e Atracção (registro das mercadorias no software de gestão do armazém da Infraero - TECAPLUS).

A partir desse momento, a responsabilidade sobre a carga passa do transportador aéreo para o depositário e a mercadoria torna-se, então, disponível para o início do despacho aduaneiro.

#### 4.1.2. *Armazenagem*

É o processo de guarda das mercadorias no interior dos armazéns, onde permanecem sob a responsabilidade do terminal de carga, sob estrito controle aduaneiro, até que sejam solicitadas pela fiscalização para os procedimentos legais de desembarço ou perdimento.

#### 4.1.3. *Liberação*

A fase final do processo denominado Despacho Aduaneiro de Importação é a Conferência Aduaneira. Esse procedimento é conduzido por um Auditor Fiscal da Receita Federal, na presença do importador ou de seu representante legal, no setor do terminal de carga conhecido por Liberação. A conferência aduaneira tem por objetivos identificar o importador, verificar a mercadoria, determinar o seu valor e constatar o cumprimento de todas as obrigações relativas à importação, para, então, autorizar a entrega da carga. Após a entrega da carga ao importador ou seu representante, cessa a responsabilidade do terminal de carga como fiel depositário da mercadoria.

## 5. ANÁLISE EXPLORATÓRIA DOS DADOS

### 5.1. *Introdução*

O objetivo da análise exploratória nesta pesquisa é propor a indicação de distribuições de probabilidade contínuas que representem os macro-processos pelos quais passam as unidades de carga em um terminal de carga aérea internacional. Os macro-processos, conforme entendido neste trabalho são:

- Tempo de Atracção: Intervalo de tempo consumido pelas atividades empreendidas entre a chegada da aeronave e o final do processo de atracção;
- Tempo de Liberação: Intervalo de tempo que compreende as etapas de armazenagem e liberação, terminando com a entrega da carga ao cliente.

Os dados utilizados nesta análise, referentes a 31.419 unidades de carga, foram obtidos do banco de dados do software de gerenciamento do terminal de carga, o TECAPLUS, e formatados conforme a seguinte tabulação:





Embarque	PESO	CIF R\$	PAGO R\$	Chegada (Aeronave)	Atracação (Recebimento)	Liberação (Entrega)	Períodos
1	451	13784,31	328,4	19/12/2007 23:00	20/12/2007 15:46	02/01/2008 19:29	2
2	36	8932,23	214,44	22/12/2007 19:50	22/12/2007 22:58	02/01/2008 14:29	2
-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-
31418	1,62	1917,53	142,37	10/03/2008 05:00	10/03/2008 13:11	20/03/2008 09:12	4
31419	2618,5	81087,53	1316,75	19/03/2008 15:40	20/03/2008 07:59	26/03/2008 20:58	1

Período utilizado:

- 1º trimestre de 2008 (com cargas "atracadas" a partir de 01/11/2007).

Para gerar a massa de dados, foram **excluídas** as cargas com as seguintes características:

- Drawback.
- Linha Azul.
- Recof.
- Admissão Temporária.
- Densidade de valor (CIF/Kg) maior que US\$ 2.500,00.
- Embarques de empresas que figuram entre os 10 maiores importadores.
- Embarques do segmento Farmacêutico/Febrafarma (necessidade da anuência da Anvisa, demanda mais tempo para liberação).

Foram analisadas apenas as cargas sem nenhum benefício ou acordo tarifário que no ano de 2007 correspondeu a 66% das cargas liberadas pelo aeroporto. A Figura 2 mostra a contextualização da massa de dados selecionada no universo geral das cargas importadas através do terminal de importação de carga de Viracopos em 2007.

**Figura 2: Representação dos totais de embarques liberados por tipo em 2007.**

Embarques Liberados no TECA-KP	Número	Percentual
Tipo I - Cargas contempladas com benefícios de flexibilização	41.395	25%
<i>Recof</i>	17.270	
<i>Linha Azul</i>	23.624	
<i>Febrafarma</i>	501	
Tipo II - Cargas beneficiadas em portaria	15.068	9%
Tipo III - Cargas sem benefício tarifário	110.154	66%
<b>Total</b>	<b>166.627</b>	<b>100%</b>

Fonte: Elaboração do autor

### 5.3. Análise exploratória dos dados

#### 5.3.1. Introdução

O objetivo da análise exploratória nesta pesquisa é propor a indicação de distribuições de probabilidade contínuas que representem os macro-processos pelos quais passam as unidades de carga em um terminal de carga aérea internacional.



Os macro-processos, conforme entendido neste trabalho são:

- Tempo de Atracação: Intervalo de tempo consumido pelas atividades empreendidas entre a chegada da aeronave e o final do processo de atracação;
- Tempo de Liberação: Intervalo de tempo que compreende as etapas de armazenagem e liberação, terminando com a entrega da carga ao cliente.
- Tempo total: Intervalo de tempo consumido pelas atividades empreendidas entre a chegada da aeronave e a liberação da entrega da carga ao cliente

Os dados utilizados nesta análise, referentes a 31.419 unidades de carga, foram obtidos do banco de dados do software de gerenciamento do terminal de carga, o TECAPLUS, e formatados conforme a seguinte tabulação:

Embarque	PESO	CIF R\$	PAGO R\$	Chegada (Aeronave)	Atracação (Recebimento)	Liberação (Entrega)	Períodos
1	451	13784,31	328,4	19/12/2007 23:00	20/12/2007 15:46	02/01/2008 19:29	2
2	36	8932,23	214,44	22/12/2007 19:50	22/12/2007 22:58	02/01/2008 14:29	2
-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-
31418	1,62	1917,53	142,37	10/03/2008 05:00	10/03/2008 13:11	20/03/2008 09:12	4
31419	2618,5	81087,53	1316,75	19/03/2008 15:40	20/03/2008 07:59	26/03/2008 20:58	1

Este trabalho adota algumas hipóteses para que a massa de dados seja considerada válida para fundamentar a proposta de uma distribuição de probabilidade que represente cada macro-processo. Tais hipóteses visam sustentar que a distribuição de probabilidade encontrada deve ser capaz de gerar um conjunto de variáveis aleatórias que representem tempos prováveis para o atendimento das unidades de carga. As hipóteses assumidas são as seguintes:

As cargas chegam ao sistema aeroportuário de forma aleatória;

A amostra é considerada suficientemente grande para acomodar quaisquer prováveis perturbações, tais como: mau tempo, quebra de equipamentos, feriados, troca de turnos, etc...

### 5.3.2. Ferramental de análise

Para melhorar a visualização de cada conjunto de dados usado nesta abordagem foram construídos histogramas das distribuições dos eventos (Figura 5). Sua utilização como ferramenta de controle é largamente difundida e permite avaliar como o número de ocorrências de determinado evento varia com a intensidade do mesmo (Figueiredo e Wanke,2000).

Nesta pesquisa a análise exploratória tem por finalidade identificar qual a função de distribuição de probabilidade possui melhor poder de aderência aos dados de cada amostra. Para tanto utilizou-se o método do erro quadrado (Rockwell, 2006) através da rotina FITALL do software Input Analyser.

### 5.3.3. Método de ajuste

O método de ajuste utilizado na rotina FITALL do software Input Analyser pode ser descrito como segue: O valor numérico do erro quadrado é usado com indicador do grau de ajustamento.





Nessa rotina, o número de intervalos no histograma "n" é determinado como sendo a raiz quadrada do número de pontos de dados, com a limitação que o número de intervalos seja pelo menos 5 e não mais de 40. Assim,

$$n = \sqrt{k} \text{ , onde } 5 < n < 40 \text{ e } k = \text{número de observações.}$$

A qualidade do ajuste da curva é baseada primeiramente no critério de erro quadrado, que é definido como a soma  $[f_i - f(x_i)]^2$ , somado sobre todos os n intervalos do histograma. O valor do erro quadrado é então obtido:

$$\sum_1^n [f_i - f(x_i)]^2$$

Nesta expressão o  $f_i$  refere-se a frequência relativa dos dados para o i-ésimo intervalo do histograma, e  $f(x_i)$  refere-se a frequência relativa dos dados gerados pela função de distribuição de probabilidade a ser ajustada. Este último valor é obtido integrando a função densidade da probabilidade através do intervalo. Se a distribuição acumulada for conhecida explicitamente,  $f(x_i)$  será determinado através da relação:

$$F(x_i) - F(x_{i-1})$$

Onde  $F$  representa a distribuição acumulada,  $x_i$  é o limite direito do intervalo e  $x_{i-1}$  é o limite esquerdo do intervalo.

Se a distribuição Acumulada não for conhecida explicitamente, o valor de  $f(x_i)$  será determinado através de integração numérica.

#### 5.3.4. Resultado da análise exploratória

Os resultados da rotina FITALL apontam que quanto melhor é o ajuste conseguido por uma distribuição de probabilidade a um conjunto de dados menor será o valor do erro obtido. Os valores fornecidos pela rotina, para o ajuste das distribuições de probabilidade, aos tempos dos processos de atracação e liberação e o tempo total composto pela soma dos tempos de atracação e tempos de liberação podem ser vistos, respectivamente, no Quadro01. O que estes resultados indicam é que existem fortes evidências da distribuição Lognormal possuir melhor poder de aderência aos dados aos macro-processos analisados.

**Quadro 01: Resultados do ajuste de diferentes distribuições de probabilidade aos processos de recebimento, liberação e tempo total através da rotina FITALL.**

Função	Erro Quadrado	Função	Erro Quadrado	Função	Erro Quadrado
Lognormal	0.00010	Lognormal	0.00148	Lognormal	0.00182
Beta	0.00343	Gamma	0.00362	Gamma	0.01160
Exponential	0.00500	Erlang	0.00543	Beta	0.01330
Erlang	0.00500	Beta	0.00603	Erlang	0.01760
Gamma	0.00735	Exponential	0.01100	Exponential	0.01100
Normal	0.17200	Traingular	0.01460	Normal	0.07960
triangular	0.52700	Normal	0.01710	Triangular	0.16100
Uniform	0.59900	Uniform	0.03370	Uniform	0.17900
Weibull	0.88400	Weibull	0.13500	Weibull	0.22900

Fonte: Elaboração do autor

#### 5.3.5. Análise dos resultados da exploração de dados

Da análise dos resultados, observa-se que a distribuição Normal e a distribuição Uniforme tiveram um mau desempenho. Isto vem denotar a falta de Normalidade e uniformidade que existe no conjunto dos processos logísticos avaliados.



É possível, ainda, verificar similaridades entre os macro-processos analisados e as características da distribuição Lognormal existentes na literatura:

- A aplicação da distribuição Lognormal sugere que existem fortes probabilidades de ocorrência de valores na extremidade esquerda da distribuição; que todos os valores sempre serão positivos; mas que pode haver valores extremos no lado direito da distribuição.

- Outra característica da distribuição Lognormal, que é muito útil para sua adequação à terminais de carga aérea, refere-se a situação em que uma variável aleatória  $X$  é definida pelo produto de  $n$  variáveis aleatórias  $x_i$ , como mostra a fórmula:

$$X = x_1 \times x_2 \times x_3 \times \dots \times x_i \times \dots \times x_n$$
$$X = \prod_{i=1}^n x_i$$

De fato, num terminal de carga aérea, a distribuição dos tempos de um macro-processo vai ser o resultado do produto dos tempos despendidos em cada etapa dos processos que o compõe.

Outra propriedade bastante útil da distribuição Lognormal surge do fato que o dados de entrada assumem um caráter normal quando da aplicação do logaritmo natural.

Pois, aplicando o logaritmo natural aos dois membros dessa fórmula observa-se:

$$\ln X = \ln x_1 + \ln x_2 + \ln x_3 + \dots + \ln x_i + \dots + \ln x_n$$
$$\ln X = \sum_{i=1}^n \ln x_i$$

Se os termos do segundo membro cumprem com os requisitos necessários, uma analogia com o Teorema do Limite Central é clara, podendo-se afirmar que a variável aleatória  $\ln X$  tem distribuição normal.

Assim, se  $Y = \ln X$ , pode-se dizer que a variável aleatória  $Y$  tem distribuição normal e a variável aleatória  $X$  tem distribuição Lognormal.

## 6. APLICAÇÃO DOS RESULTADOS: O NÍVEL DE SERVIÇO DO TERMINAL DE CARGA DE IMPORTAÇÃO DO AEROPORTO DE VIRACOPOS.

As diversas atividades que compõe os processos logísticos internos a um terminal de carga estão sujeitas a incertezas, seja pelo nível de confiabilidade na operação ou por problemas de qualidade na execução das tarefas envolvidas.

É o desempenho dos agentes logísticos ao executar os processos de sua competência que determina uma melhor ou pior avaliação, por parte do cliente, da qualidade do serviço prestado. No caso específico do transporte aéreo internacional de cargas, conforme exposto na Figura 01 por Yat-wah Wan, et al, (1998), existe uma grande interdependência entre as atividades executadas por cada agente da cadeia logística.



## 6.1. Remuneração dos serviços prestados pelo Terminal de carga

A remuneração dos serviços prestados no terminal de carga advém da aplicação de duas tarifas aeroportuárias básicas: Tarifas de Armazenagem e de Capatazia. A sua aplicação é regulamentada através de Portaria Específica do Comando da Aeronáutica n.º 219/GC-5, de 27 março de 2001. A título de exemplificação, reproduzem-se, abaixo, as Tabelas de Cobrança, saber:

**Tabela 1: Preço relativo à tarifa aeroportuária de armazenagem de carga importada.**

Periodos	Descrição	Percentual sobre o valor CIF
1	Até 5 (cinco) dias úteis	1,0 % (um por cento)
2	De 6 (seis) a 10 (dez) dias úteis	1,5 % (um e meio por cento)
3	de 11 (onze) a 20 (vinte) dias úteis	3,0 % (três por cento)
mais	Para cada 10 (dez) dias úteis ou fração, além do terceiro período, até a retirada da mercadoria	1,5 % (um e meio por cento)

Obs:

1) A partir do 3o período, os percentuais são cumulativos; e

**Tabela 2: preço relativo à tarifa aeroportuária de capatazia de carga importada.**

Valor aplicado sobre o peso bruto verificado      US\$ 0.015 por quilograma

Obs:

1) A Tabela 2 é aplicada cumulativamente com a Tabela 1;  
2) O valor da Tarifa Aeroportuária de Capatazia será cobrado uma única vez; e

*Fonte: Portaria Específica do Comando da Aeronáutica n.º 219/GC-5*

## 6.2 Plano de incentivo através da flexibilização de tarifas

O programa VCP-Flex, tem como objetivo principal a flexibilização das tarifas de armazenagem nas importações através de Viracopos. O Programa oferece redução dos custos de 80% nas tarifas de armazenagem e pode ser aplicado em lotes de mercadorias com valor agregado mínimo de US\$ 50 por quilo e valor CIF (custo + seguro + frete), a partir de US\$ 5 mil e que não sejam contemplados por regimes aduaneiros especiais como Linha Azul, Recof e Febrafarma. Assim, o foco principal do VCP-Flex é oferecer desconto na tarifa de armazenagem na condição de que o importador agilize, evite erros na documentação e retire a carga com maior rapidez do aeroporto, sendo o prazo limite de 26 horas entre a atracação e a liberação da carga.

## 6.3. Proposta de modelo de remuneração a partir da capacitação do processo

### 6.3.1. Introdução

A análise da capacidade de um processo esta associada à determinação se a variabilidade do processo esta dentro de um intervalo aceitável pelo cliente. Se o processo demandar tempos maiores que os requeridos, tal processo pode ser considerado incapaz de satisfazer o cliente (Stevenson, 2002). Assim, a variabilidade do processo é o elemento chave na determinação da capacitação do processo. E isto é medido em termos do desvio padrão do processo. Capacitações de processos são tipicamente dimensionadas para três vezes o desvio padrão do processo (três sigma) a partir da média.



### 6.3.2. Desenvolvimento

Utilizando a propriedade da distribuição Lognormal que garante que os dados de entrada assumem um caráter normal quando da aplicação do logaritmo natural pôde-se obter um conjunto imagem dos dados de entrada normalizados.

**Tabela 3: Parâmetros das séries de liberação da carga**

Parâmetro	Y	X = Ln(Y)
Media	12.845	8,9808
desvio padrão	16.062	0,9621
Variância	257.991.367	0,9256
Máximo	195.255	12,1821
Mínimo	73	4,2905
Amplitude	195.182	7,8916
n	30.820	30.820
Moda	4.359	8,3800

Fonte: Elaboração do autor

A seguir, a partir da amostra dos tempos de liberação normalizados foi realizada a análise da capacidade do processo dimensionada para três vezes o desvio padrão (três sigma) a partir da média tendo seus resultados sumarizados na Tabela 4 e visualizados na Figura 3.

**Tabela 4: Determinação dos extratos de tempo para liberação da carga**

A	B	C	D	E	F	G	Serie
D-(3*0,9621)	D - (2*0,9621)	D - 0,9621		D + 0,9621	D+(2*0,9621)	D+(3*0,9621)	
<b>-3 Sigma</b>	<b>-2 Sigma</b>	<b>-1 Sigma</b>	<b>Average</b>	<b>+1 sigma</b>	<b>+2 Sigma</b>	<b>+3 Sigma</b>	
6,0945	7,0566	8,0187	8,9808	9,9428	10,9049	11,8670	X = Ln(Y)
<b>443,4</b>	<b>1.160,5</b>	<b>3.037,2</b>	<b>7.948,7</b>	<b>20.802,9</b>	<b>54.444,0</b>	<b>142.487,2</b>	<b>Y (minutes)</b>
7,4	19,3	50,6	132,5	346,7	907,4	2.374,8	<b>Y (hours)</b>
-	-	2,1	5,5	14,4	37,8	98,9	<b>Y (days)</b>

Fonte: Elaboração do autor

### 6.3.3. Análise dos resultados

#### Períodos

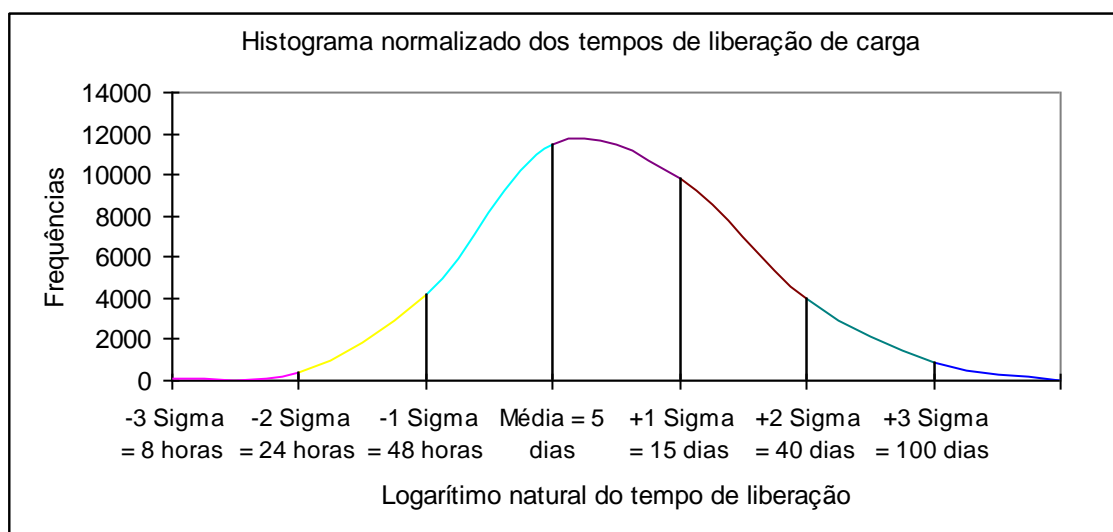
A fim de melhorar o nível de serviço percebido pelos clientes a metodologia proposta na seção anterior poderia ser aplicada à cobrança da tarifa de armazenagem. A melhoria proposta advém da constatação que a atual capacidade do terminal permite a liberação de cargas segundo uma distribuição de tempo em escala logarítmica. Portanto os extratos temporais que definem os valores de cobrança deveria também seguir a mesma escala.

A Tabela 4 sugere, para o conjunto de dados analisados, o seguinte modelo de extratos temporais para remuneração do período de armazenagem:

- Primeiro período finalizando em 05 dias após a atracação;
- Segundo período finalizando em 15 dias após a atracação;
- Terceiro período finalizando em 40 dias após a atracação;
- Quarto período finalizando em 100 dias após a atracação;



**Figura 3: Histograma normalizado dos tempos de liberação de carga**



Fonte: Elaboração do autor

### Plano de incentivo

Na expectativa de diminuir a variabilidade e reduzir o tempo de duração do processo de liberação e desta forma melhorar o nível de serviço oferecido pelo terminal de carga, a gerência do terminal de Viracopos propôs a implantação de um plano de incentivo, o VCP-FLEX, que procura estimular o aumento do desempenho dos agentes logísticos externos ao terminal, como despachantes, agentes de carga e transportadoras, oferecendo descontos na tarifa de armazenagem quando o tempo do processo de liberação ocorre dentro de uma meta de 26 horas.

Modelando o tempo de liberação de cargas do terminal de importação segundo a técnica proposta, através da distribuição Lognormal, podem-se propor novas metas para o plano de incentivo adotando-se os extratos temporais a esquerda da média vista na figura 03. Com base nesse modelo as novas metas seriam três:

- Oferecer benefícios maiores aos clientes que conseguirem retirar mercadorias em menos de oito horas;
- Oferecer benefícios médios aos clientes que conseguirem retirar mercadorias em menos de vinte e quatro horas;
- Oferecer benefícios menores aos clientes que conseguirem retirar mercadorias em menos de quarenta e oito horas.

A partir da função de probabilidade acumulada da distribuição normalizada dos tempos de liberação é possível estimar o percentual de clientes afetados pelo plano de incentivo atual e pelo proposto. A Tabela 05 indica que no modelo proposto a abrangência do plano de incentivo aumentaria em quase três vezes. Assim mais clientes poderiam usufruir de algum desconto e receber estímulo ao aumento de seu desempenho logístico.



**Tabela 5: Percentual acumulado de sucessos dos extratos temporais**

<b>Sistema Atual</b>		<b>Modelo Proposto</b>	
Horas	Percentual Acumulado	Horas	Percentual Acumulado
26	4,53%	8	0,18%
		24	3,79%
		48	14,57%

Fonte: Elaboração do autor

## 7. CONCLUSÕES

A carga aérea representa uma das importantes vertentes de uso dos aeroportos, constituindo-se na principal vocação do Aeroporto Internacional de Campinas – Viracopos. Sendo assim, é importante voltar a atenção para a eficiência do serviço que vem sendo prestado pelo sistema logístico envolvido no transporte de carga aérea.

A partir de uma análise exploratória de dados, a distribuição Lognormal mostrou-se adequada para a modelagem do terminal de carga aérea de Viracopos; A partir da aceitação desta hipótese, conclui-se que escalas de tempo lineares não são adequadas para contabilizar os períodos de cobrança de armazenagem de carga.

Utilizando-se da associação da análise da capacidade do processo de liberação da carga importada com propriedades da distribuição Lognormal ajustada aos dados de liberação permitiu chegar à proposta de um modelo para estratificação de novos períodos de tempo para cobrança de armazenagem;

Também, utilizando-se da mesma abordagem metodológica proposta foram sugeridas novas metas para o plano de incentivo do tipo VCPFLEX.

Surgem, então, novas dimensões de fontes de incerteza associadas aos custos de execução das tarefas logísticas internas ao terminal de carga. Dessa forma o modelo proposto poderá ser melhor explorado no futuro quando se mapear os custos de movimentação e armazenagem de um terminal de carga de importação. Esse é um desafio futuro na busca por identificar melhores práticas e infra-estruturas que contribuam com a melhoria do nível de serviço oferecido pelo aeroporto.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

AOCI (1990) *Facilitation*, Anexo XIX à CACI , 9ª edição, Montreal

Bowersox, D.J., Closs, D.J. (1996), *Logistical Management: the integrated supply chain process*, New York: McGraw Hill

Cargonews (2008) *Estatísticas: Aeroportos – Cargonews on line* Edição 96, Disponível em <[www.cargonews.com.br/materias/01.asp](http://www.cargonews.com.br/materias/01.asp)>. Acesso em 10 de julho de 2008.

Evans, J.H., “Basic Design Concepts,” *Naval Engineers Journal*, November 1959.

Figueiredo K.F., Wanke P. (2000) *Ferramentas da Qualidade Total Aplicadas no Aperfeiçoamento Logístico*. Revista Tecnológica, outubro de 2000. Brasil.

INFRAERO (2006), *O Papel do Aeroporto na Logística do Comércio Exterior- Apresentação para Clientes*, Aeroporto Internacional de Viracopos- KPLC, Campinas, São Paulo.





Khan, M.R. Rotab (2000) Business process reengineering of an air cargo handling process International Journal of Production Economics 63 pg 99-108

Stevenson, W.J. (2002) *Operations management*, 7th Ed., McGraw-Hill, New York

Porter, M.E. (1985), *Competitive Advantage, Creating and Sustaining Superior Performance*, Harvard Business Scholl Press, Boston.

Rockwell(2006), Using Input Analyzer, Help on line

Van Der Vorst, J.G.A.J.(2000) *Effective Food Supply Chain:Generating,Modeling and Evaluating Supply Chain Scenarios*. Tese de Doutorado em Administração, Wageningen University, Holanda.

Van Oudheusden D.L.(1994) Design of an automated warehouse for air cargo: The case of the Thai Airways Cargo Terminal , *Journal of Business Logistics*.

Yat-wah Wan, Raymond K. Cheung, Jiyin Liu, Judy H. Tong (1998) *Warehouse location problems for air freight forwarders: a challenge created by the airport relocation* , Journal of Air Transport Management Department of Industrial Engineering and Engineering Management, The Hong Kong University of Science and Technology, Clear Water Bay, Kowloon, Hong Kong

Zhang, A (2003) Analysis of an international air-cargo hub: the case of Hong Kong, Journal of Air Transport Management 9 pg 123–138



**Luiz Antonio Tozi** ([tozi@ita.br](mailto:tozi@ita.br)).

Engenheiro Naval -Escola Politécnica – USP.  
Mestre em Transporte Aéreo e Aeroportos – ITA.  
Doutorando em Engenharia de Mecânica Aeronáutica – ITA.  
Professor de Logística e Transportes na FATEC – SJK.

**Daisy R. P. M. Bilá** ([logistica@fatecsjc.edu.br](mailto:logistica@fatecsjc.edu.br)).

Engenheiro Químico – FAAP.  
Tecnólogo em Logística e Transportes – FATEC – SJK.

**Carlos Muller** ([muller@ita.br](mailto:muller@ita.br)).

Engenheiro de Infra-Estrutura Aeronáutica –ITA.  
Mestre em Transportes – Escola Politécnica – USP.  
Doutor em Engenharia de Transportes – University of Berkeley – Estados Unidos.  
Professor de Logística e Transportes – ITA.

**Anderson Correia** ([correia@ita.br](mailto:correia@ita.br)).

Engenheiro Civil – Unicamp.  
Mestre em Transporte Aéreo e Aeroportos – ITA.  
Doutor em Engenharia de Transportes – University of Calgary – Canadá.  
Professor de Logística e Transportes – ITA.