

APLICAÇÃO DO FERRAMENTAL DE SIMULAÇÃO POR EVENTO DISCRETO NA PROSPECÇÃO DE UM TERMINAL DE CARGA AÉREA INTERNACIONAL.

Luiz Antonio Tozi

Anderson Correia

Engenharia de Infra-Estrutura Aeronáutica
Instituto Tecnológico de Aeronáutica

RESUMO

Este trabalho buscou modelar, através da abordagem por conceitos de simulação de eventos discretos, o sistema logístico do recebimento de cargas do terminal (TECA) de importação do Aeroporto Internacional de Campinas-Viracopos, a fim de diagnosticar e redesenhar sistemas logísticos que afetem a eficiência do terminal de carga e o desempenho percebido pelos seus clientes. O sistema logístico foi simulado por meio do software ARENA, o qual apresentou resultados consistentes com aqueles observados em campo. A utilidade do modelo na prospecção de gargalos que afetam o nível de serviço oferecido pelo terminal também pôde ser verificada. Por fim, com base nos resultados obtidos, empreendeu-se uma avaliação dos resultados da simulação e o diagnóstico das fontes de incerteza que permeiam o cenário descrito, através da apresentação das conclusões e sugestões para futuros trabalhos.

ABSTRACT

This work intends to model, by means of concepts of discrete simulation events, the cargo receiving flow of the imports terminal at the International Airport of Campinas – Viracopos. The main objective of this research is to refine and to redesign the aspects that affect its efficiency and the perceived performance by its customers. The logistic system was simulated by means of software ARENA, which presented results consistent with those observed in practice. The usefulness of the model in prospecting bottlenecks that affect the level of service delivered by the terminal was verified. Thus, on the basis of the obtained results, we made an evaluation of the results of the simulation and the diagnosis of the uncertainty sources as a function of the described scenario. Finally, we proposed several conclusions and suggestions for future research.

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 administrados pela empresa. Dessa forma, a carga aérea está deixando de ser considerada 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 segundo aeroporto brasileiro em movimentação de carga, movimentando 30% da carga aérea importada e 38% da carga aérea exportada pelo Brasil, em 2005. Pelo seu terminal de importação passaram 0,08% do total de toneladas importadas que corresponderam a mais de 10% do valor total importado pelo país em 2004 (Infraero, 2005).

O transporte e a movimentação de carga aérea nos aeroportos internacionais é objeto de estudo 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 agilização dos processos de controle aplicados pelos estados contratantes, com objetivo de reduzir o tempo de permanência da carga nos terminais.

Assim, buscar melhorias na qualidade do serviço que vem sendo prestado pelo sistema logístico associado ao transporte aéreo de carga nos aeroportos brasileiros tem sua importância revelada. A aplicação de modelos de simulação é um ferramental que pode ser adequado para se prospectar uma variedade de cenários (*what-if*) que permitam alcançar as metas dos operadores logísticos ou de seus clientes (Banks, 1998).

O objetivo do presente trabalho é obter um modelo preliminar, através da abordagem por conceitos de simulação de eventos discretos, do sistema logístico do recebimento de cargas do terminal (TECA) de importação do Aeroporto Internacional de Campinas/Viracopos que leve à identificação e ao mapeamento dos principais processos logísticos internos ao TECA, indique prováveis gargalos de operação que afetem a eficiência do terminal e o desempenho percebido pelos seus clientes, e oriente a buscar por oportunidades de melhorias nos processos logísticos que elevem o nível de serviço oferecido pelo aeroporto.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. O ambiente logístico e a simulação por computador.

É fato que o desenvolvimento de novas técnicas, em especial, a tecnologia da informação é o motor que impulsiona o avanço da logística. Esta evolução tecnológica proporcionou vantagens para as operações logísticas que passaram a ser mais rápidas, confiáveis, de menor custo e mais eficientes. Da mesma forma, proporcionou maior disponibilidade de informações sobre os processos e a possibilidade de se analisar tais informações utilizando ferramentas quantitativas mais sofisticadas (Saliby, 1998).

Os sistemas logísticos são sistemas dinâmicos que envolvem a interação de diversos componentes influenciados por efeitos de natureza aleatória. Em termos de recursos, os sistemas logísticos e de transportes utilizam-se de muitos, que são classificados em: (1) recursos diretos, usados no transporte físico da carga de uma posição geográfica para outra, e (2) recursos indiretos envolvidos nas atividades de separação, consolidação, estocagem, manuseio e movimentação nos vários locais de trânsito conhecidos como centros de distribuição, armazéns, terminais de carga ou *hubs* (Banks, 1998). Os termos ‘móveis’ e ‘estacionários’ são usados para distinguir aqueles que se movem por longas distâncias ou que tendem a permanecer em apenas uma localização geográfica. Por fim é importante para a eficiência do sistema logístico que estes vários tipos de recursos operem juntos de forma harmoniosa e balanceada.

A literatura especializada aponta que a simulação é a ferramenta que melhor se ajusta a muitos problemas relativos a sistemas logísticos e de transportes. O uso de simulação é altamente aconselhável, segundo Koh *et al.* (1994) e Manivannam (1996), para avaliar alternativas de estratégias de operação de terminais de cargas e armazéns. Da mesma forma, o impacto dos tempos de chegada e partida de aeronaves e caminhões em um terminal de carga,

e das suas operações associadas sobre o nível de serviço, pode ser melhor entendida através de simulação por computador (Manivannan e Zeimer, 1996).

Resumidamente, as questões de sistemas logísticos mais apropriadas para estudos através de simulação são de três categorias: (1) criar novos sistemas logísticos (designs); (2) avaliação de alternativas de *designs*; (3) Refinar e redesenhar sistemas logísticos que já existem a fim de melhorar sua eficiência e eficácia.

2.2 Desempenho da cadeia de suprimentos – refinar e redesenhar.

Os objetivos de se mensurar o desempenho e avaliar as atividades executadas em uma cadeia logística já existente, segundo Bowersox e Closs (1996), são comparar a performance observada com os planos operacionais e identificar oportunidades para a melhoria da eficiência e eficácia das atividades logísticas. Medição de desempenho é o processo de quantificação da ação, enquanto que a performance da operação é derivada das ações tomadas pelos seus gestores (Neely *et al*, 1995). O estabelecimento de indicadores de desempenho em uma cadeia de suprimento requer que cada parte envolvida concorde com a definição de cada medida e do seu método de cálculo.

Como se sabe, o desempenho da cadeia de suprimentos é uma medida da performance global que depende da performance de cada elo da cadeia. O conceito de desempenho presente na própria definição de cadeia de suprimento é entregar maior valor ao consumidor final ao menor custo para a cadeia de suprimento como um todo.

Assim, 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.

2.3. Importância das atividades no desempenho da cadeia de suprimentos.

Um dos principais problemas na análise de uma cadeia logística é que as organizações tendem a sofrer por falta de visibilidade dos custos recorrentes de sua participação na cadeia logística (New, 1996). Normalmente os custos são vistos como função dos produtos que fluem no sentido do consumidor final.(Christopher, 1998).

Uma proposta para contornar esse problema baseia-se na necessidade de mudar a base da contabilidade dos custos, abandonando a noção de que todas as despesas devem ser alocadas para unidades individuais (como os produtos) e adotando a idéia de que as despesas devem ser separadas e alocadas às atividades que consomem recursos (Cooper and Kaplan, 1988). O *Activity-Based Costing* (ABC), ou custeio baseado em atividades, reconhece que as atividades causam os custos e não os produtos.

O uso de modelos de simulação de eventos discretos estimula a procura por atividades geradoras de custo ao longo da cadeia logística, as quais geram custos porque consomem recursos. Isto permite que as organizações possam entender os fatores que comandam cada atividade (os direcionadores), o custo das atividades, e a relação entre as atividades e os produtos.

2.4. 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 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.

2.5. A qualidade e o 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.

3. METODOLOGIA

Shapiro (2001) chama a atenção para a modelagem computacional como elemento essencial para apoiar o entendimento e a análise de sistemas complexos, sobretudo quando se pretende analisar cadeias logísticas desde uma perspectiva tática e/ou estratégica. A metodologia empregada nesta pesquisa possui três fases, que são descritas a seguir:

1. **Prospecção Dirigida:** Tem início na 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 as fronteiras que o delimitam; e encerra-se pela apresentação do software de simulação Arena;
2. **Análise do Ferramental Específico:** Esta etapa deve descrever o modelo de simulação em questão e os critérios usados na sua elaboração e execução. A coleta de dados foi realizada através de uma pesquisa que envolveu visitas realizadas ao TECA de Viracopos e abrangem observações coletadas durante as visitas e dados históricos sobre a movimentação de carga no aeroporto.
3. **Análise Crítica:** Na fase de análise, realiza-se a avaliação dos resultados da simulação e o diagnóstico das fontes de incertezas que permeiam os cenários descritos, apresentando as conclusões e sugestões para futuros trabalhos.

4. PROSPECÇÃO DIRIGIDA

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

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, a confere e assume a responsabilidade pela sua guarda e integridade física, até o momento em que ela seja solicitada pela fiscalização para o respectivo desembaraço. O esquema do recebimento no terminal de carga de Viracopos está ilustrado na Figura 1.

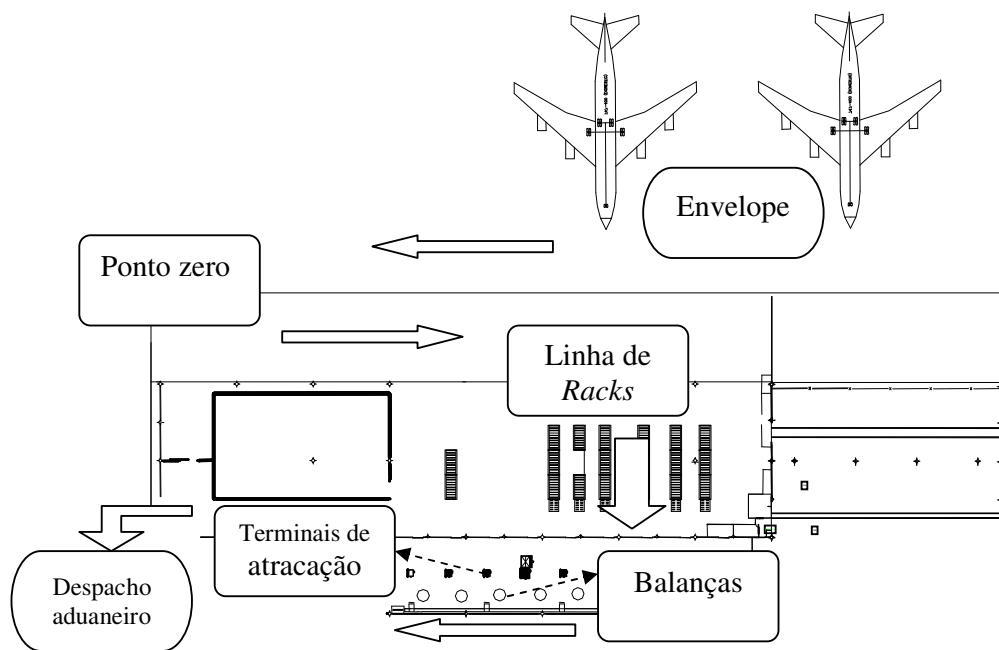


Figura 1: Esquema do recebimento no terminal de carga de Viracopos

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 containeres) da aeronave, e é formado pelas seguintes tarefas:

- Desunitização (ou despaletização): processo destinado a retirar as mercadorias do interior de sua embalagem de transporte, a fim de permitir a sua separação pelo número do conhecimento de carga, a sua conferência e o seu recebimento.
- Conferência: processo de identificação das cargas recebidas, compreendendo:
 - checagem do número do conhecimento de carga;
 - contagem dos volumes;
 - verificação da natureza da mercadoria (se perecível ou não);
 - tipo de embalagem;
 - verificação de sinais de avaria ou indícios de violação;
 - exatidão dos dados verificados no sistema informacional e na etiqueta da empresa aérea afixada nos volumes;
 - identificação de mercadorias que requeiram armazenamento prioritário (perecíveis, valores, cargas especiais, etc).
- Organização da carga: Consiste em separar a carga em lotes, de acordo com o número do conhecimento aéreo, levando em consideração o peso, a cubagem e a natureza da mercadoria, com o fim de melhor organizar a sua armazenagem, e facilitar a sua movimentação.

- Pesagem: Procedimento que tem por objetivo comprovar o peso informado pelo transportador aéreo.
- Registro de divergências e do destino de armazenagem no software da Receita Federal(MANTRA): Consiste em alimentar o sistema informacional com as informações obtidas durante o recebimento da carga e indicar as respectivas divergências, à luz dos dados inicialmente registrados. 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.

5. ANÁLISE DO FERRAMENTAL ESPECÍFICO

5.1. Descrição do Modelo

O modelo construído para simular o sistema logístico do recebimento no terminal de carga de Viracopos, gerado através do software ARENA, está ilustrado na Figura 2. Esta modelagem buscou refletir, de maneira simplificada, o ambiente real encontrado neste terminal de carga em linguagem de simulação SIMAN, a linguagem do ARENA.

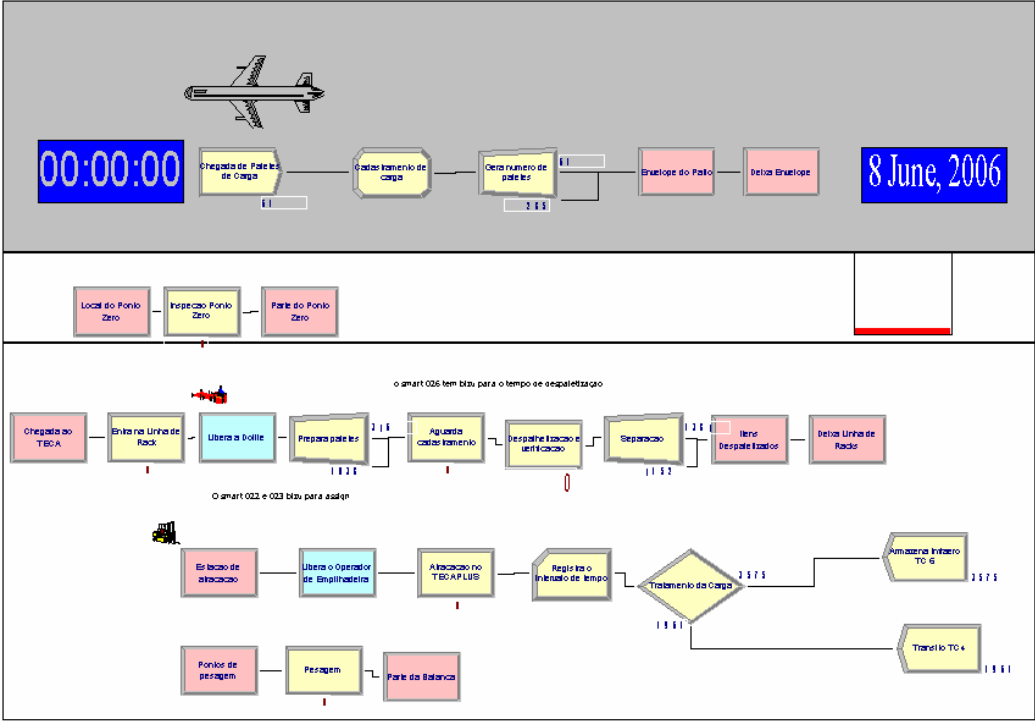


Figura 2: Visualização do modelo em ARENA

Cada elemento visto na Figura 2 representa um objeto da simulação. A Tabela 1, a seguir, sintetiza os eventos modelados na seqüência em que ocorrem.

Tabela 1: Sumário do modelo

Componentes do Sistema	Descrição
Chegada dos paletes ao envelope (local onde se descarrega a carga na pista) pelo modal aéreo. Os paletes são transportados do envelope ao Ponto Zero (portão de entrada do terminal de carga) para inspeção, através de <i>dollies</i> puxadas por tratores.	Cada <i>dollie</i> carrega até 4 paletes de carga. A velocidade dos tratores é definida.

Transporte do Envelope à verificação no Ponto Zero.	São definidos a velocidade da <i>dollie</i> , a distância a ser percorrida, e o número de <i>dollies</i> disponíveis.
Inspeção da carga no ponto zero	Um inspetor operando no sistema FIFO. Não há descarregamento da <i>dollie</i> . Tempo de inspeção segue uma distribuição de probabilidade.
Percurso do Ponto Zero ao TECA	São definidos a velocidade da <i>dollie</i> , a distância a ser percorrida, e o número de <i>dollies</i> disponíveis.
Transferência da carga da <i>dollie</i> para a linha de <i>rack</i> de despaletização.	O descarregamento se dá pelo sistema FIFO, em uma única operação. Tempo de transferência segue uma distribuição de probabilidade.
Liberação da <i>dollie</i> para outro carregamento	É o resultado do processo anterior, não é consumido tempo.
Libera paletes	Esse processo desfaz o conjunto de carga da <i>dollie</i> nos 4 paletes de carga originais. Não é consumido tempo.
Aguarda cadastramento	Os paletes só podem ser trabalhados após a companhia aérea cadastrar a carga no sistema computacional da Receita Federal e da Infraero. Existe um limite de tempo de até 2 horas para esse procedimento.
Despaletização e conferência das unidades de carga associadas ao paleta.	Nesse processo são consideradas 5 equipes de separadores com 2 a 3 membros por equipe. Tempo de trabalho segue uma distribuição de probabilidade.
Resultado da Despaletização	O desmembramento de cada paleta gera estocasticamente as unidades de carga.
Transporte das unidades de carga às posições de pesagem pelos operadores de empilhadeiras.	São definidos a velocidade da empilhadeira, a distância a ser percorrida, e o número de operadores de empilhadeira disponíveis.
Processo de Pesagem	Operação realizada por um separador operando no sistema FIFO. Não há liberação da empilhadeira que aguarda. Tempo de pesagem segue uma distribuição de probabilidade.
Transporte das unidades de carga das posições de pesagem para o local de atracação.	São definidos a velocidade da empilhadeira, a distância a ser percorrida, e o número de operadores de empilhadeira disponíveis, finalizando com a liberação da empilhadeira.
Processo de atracação no sistema informacional	O processo é realizado por 7 atracadores que lançam as informações da carga no sistema computacional Tecaplus da Infraero. Tempo de trabalho segue uma distribuição de probabilidade.
Medição do tempo final do sistema	Final do percurso em análise

5.1.2. Intervalos de chegada

O intervalo de chegada da carga reflete a programação de vôos que chegaram ao aeroporto num período de sete dias, compreendidos entre de 01 junho a 07 de junho de 2006. A carga de trabalho foi programada no simulador através da opção *Schedule* no módulo *Create*. A quantidade de paletes de carga que chegam ao aeroporto em cada vôo foi carregada no sistema seguindo uma distribuição de probabilidades Beta dada por $(-0.5 + 11 * \text{BETA}(1.37, 1.53))$ obtida a partir dos paletes oriundos dos vôos do período analisado.

5.1.3. Tempos de transporte

Os tempos de transporte são gerados a partir das distâncias médias programadas entre as estações de carga e as velocidades dos equipamentos obtidas dos catálogos dos fabricantes

destes equipamentos. Para o trator que puxa as dollies foi adotada a velocidade de 12 Km/h e para a empilhadeira a velocidade de 8 Km/h.

5.1.4. Tempos das Etapas

No caso das distribuições de probabilidade dos tempos de inspeção no ponto zero, entrada na linha de *rack*, pesagem e atracação no Tecaplus, onde os conjuntos de dados coletados foram pequenos e baseados em estimativas, foi utilizada a distribuição triangular, que melhor se adapta a casos como estes, tendo por parâmetros os valores mínimos, a moda e o máximo de cada amostra. A distribuição de probabilidade do tempo de despaletização e verificação foi estimada por uma distribuição exponencial, pois esta distribuição é característica de tempos de atendimento. A Tabela 2 descreve os valores das distribuições, a seguir:

Tabela 2: Tabela das distribuições de probabilidade dos tempos nos processos

Etapas	Distribuição de probabilidade
Inspeção no ponto zero	Tria(0.5,1,1.2)
Aguarda cadastramento	Tria(1,3,120)
Entrada na linha de <i>rack</i>	Tria(0.5,1,1.5)
Pesagem	Tria(0.3,0.5,1)
Atracação no Tecaplus	Tria(1.5,1.75,2)
Despaletização e verificação	3.5 + EXPO(4.36)

5.2. Execução do modelo

Concluído o projeto do modelo em Arena, introduzem-se os valores e distribuições de probabilidade dos parâmetros provenientes dos dados do sistema físico, conforme descrito no item 5.1. A partir do carregamento destes valores será feita a simulação inicial com o propósito de avaliar e validar o modelo.

De acordo com Morabito e Ianone (2004) o principal propósito do processo de validação é garantir que as simplificações do sistema real, adotadas durante a construção do modelo, sejam razoáveis e corretamente implementadas. O processo de validação do modelo elaborado nessa pesquisa seguiu por dois caminhos:

a) Prioritariamente, a validação se deu por consulta aos gerentes e encarregados do terminal de carga de Viracopos, os quais consideraram os resultados da simulação bastante consistentes, tendo em vista as simplificações adotadas.

b) Nesta etapa da pesquisa, a validação através da comparação dos tempos de saída obtidos do modelo com os dados históricos de performance coletados no local teve um papel secundário. Embora os valores médios de tempo sejam próximos, conforme mostra a Tabela 03, o modelo ainda não contempla detalhes particulares como etiquetas defeituosas, imprecisões no preenchimento dos conhecimentos de carga, estado e característica da carga, entre outras peculiaridades que afetam de forma importante os tempos médios de processamento da carga. Tais assuntos, associados à pequena amostra de dados reais, não colaboram, de sobre maneira, para o enriquecimento que qualquer resultado proveniente dos testes estatísticos de hipóteses de validação, trariam ao objetivo desta pesquisa.

5.2.1 Tempo total de simulação

O tempo total de simulação é definido no parâmetro *Length of Replication*. Neste estudo foram utilizadas 168 horas. Isto é o equivalente a sete dias.

Tabela 3: Comparação entre os dados obtidos do modelo de simulação e obtidos da amostra.

	Dados da amostra	Dados da simulação	Desvio (%)
Média do Intervalo de tempo para atracação da carga (em horas)	0,89	0,99	11
Unidades de carga medidas	7	5040	

5.5.2. Réplicas

Réplicas designam o número de simulações seguidas que serão executadas. Os geradores de números randômicos utilizados em pacotes de simulação, na verdade, são formulas que dependem de uma “semente” para dar partida à geração de números. Utilizando se a mesma semente obtêm-se sempre a mesma seqüência de números. Por esta razão, ao executar várias vezes o simulador, surge sempre os mesmos resultados. Isto não acontece quando se utiliza o argumento réplica, ou *replication*, pois o próprio simulador se encarrega de escolher uma semente diferente em cada replicação. No caso em tela não serão executados testes estatísticos para validação do modelo, assim foi definido que duas replicações seguidas da simulação seriam suficiente.

5.5.3. Tempo de Aquecimento

O tempo de aquecimento, ou *Warm-Up Period*, define um período de inicialização do sistema. No início da simulação o sistema está vazio e começam a chegar os paletes oriundos dos vôos. Do ponto de vista de análise de desempenho, tem-se interesse pelo período em que o sistema está em regime, isto é, já se estabilizou em torno de uma determinada carga. Porém, conforme visto na Figura 3, o modelo em questão não apresenta um período de aquecimento identificável e significativo.

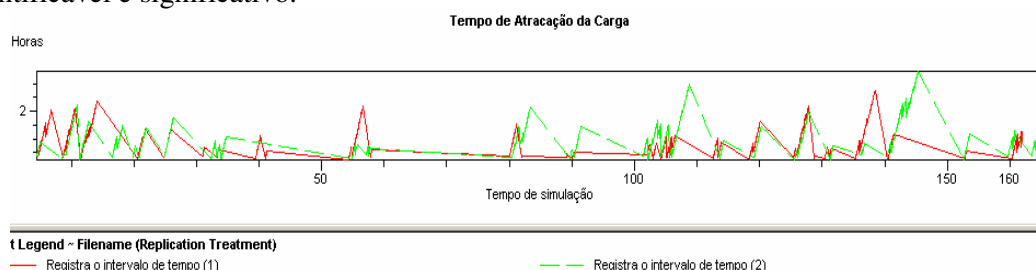


Figura 3: Intervalo de tempo para atracação da carga, em horas, ao longo do tempo de simulação.

6. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Raros trabalhos acadêmicos trazem ao conhecimento público as informações sobre os processos logísticos que ocorrem no interior de um terminal de carga aérea. Sob tal enfoque, o objetivo de se apresentar um modelo aproximado que permita compreender e diagnosticar as atividades logísticas que envolvem o processo de recebimento realizado no Aeroporto Internacional de Viracopos, em Campinas foi alcançado. O modelo apresentado na Figura 2, e descrito na Tabela 1, embora ainda em processo de evolução, já exhibe de forma elucidativa, um completo mapeamento dos processos logísticos, e suas principais características.

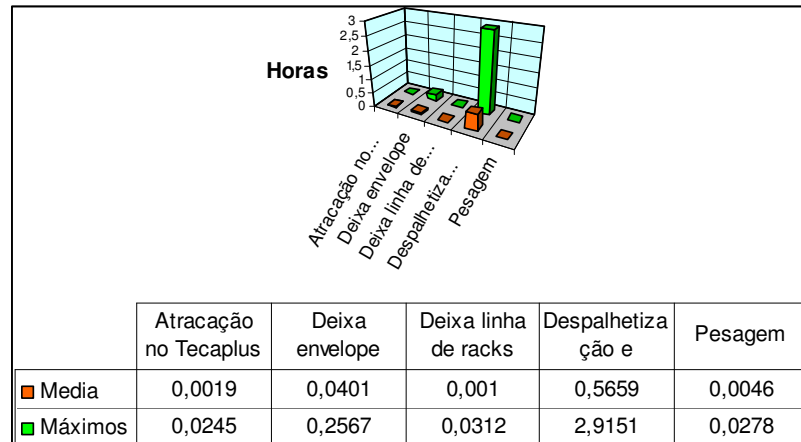


Figura 4: Tempos de espera por processo.

A utilidade do modelo na indicação de gargalos que afetem a eficiência do terminal também pôde ser verificada. A Figura 4 indica que os maiores tempos de espera ocorrem no processo de despalletização ou desconsolidação. Observa-se tempo de espera médio superior a trinta minutos ($0,5659 \times 60 \text{ min} = 34 \text{ min}$) e tempo de espera máximo de 2,91 horas, ou 2 horas e 54 minutos. A Figura 5 indica que nos momentos de pico, os quais podem ser indentificados na Figura 6, a fila de paletes aguardando a desconsolidação chega a 108 unidades.

Os recursos disponíveis para executar o processo de desconsolidação do paleta são compostos por 5 equipes de separadores com 2 a 3 membros por equipe. A Figura 6 registra a frequência de utilização deste recurso em comparação com o intervalo de tempo necessário para atracação da carga ao longo do período que compreende a simulação.

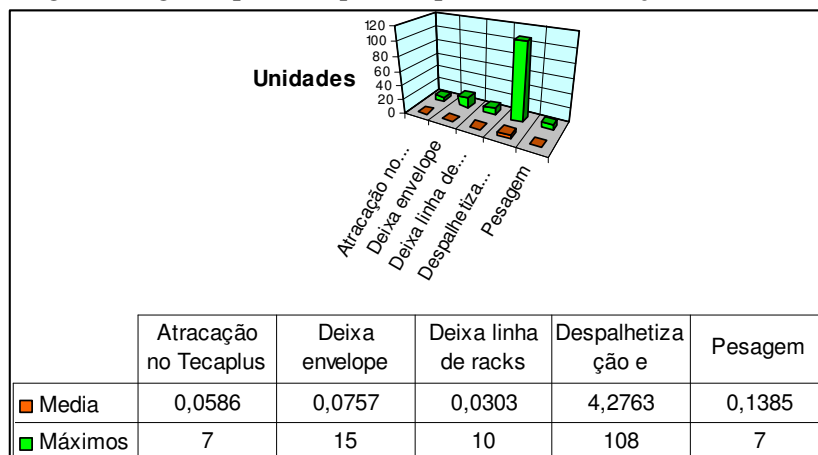


Figura 5: Número de entidades esperando

Em visita ao terminal de cargas, de fato confirma-se que no sistema real o processo de verificação e desconsolidação dos paletes é o principal gargalo do sistema. Porém, verifica-se que os paletes são desconsolidados sem uma ordenação pré-definida. Cada supervisor de pátio comanda seus recursos de uma maneira diferente. Assim o sistema FIFO, pressuposto no modelo, não é respeitado na prática.

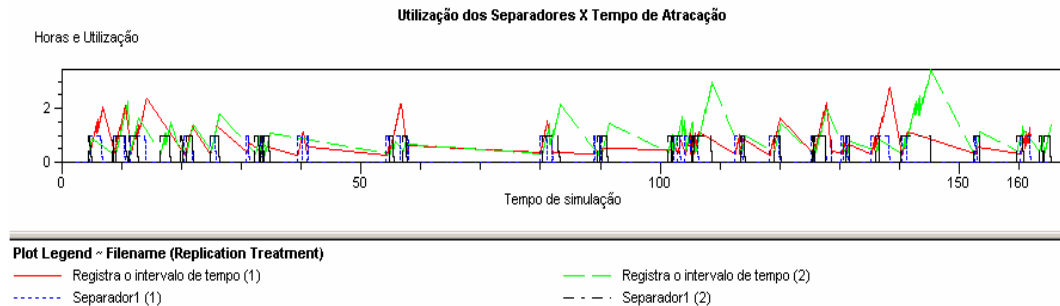


Figura 6: Intervalo de tempo para atracação da carga, em horas, conjugado à frequência de utilização dos separadores de carga, ao longo do tempo de simulação.

Uma ilustração corriqueira do que a falta de ordenação ocasiona se dá quando cargas compostas por vários volumes estão desmembradas em diversos paletes. Com a chegada de vários paletes simultaneamente, a falta de lógica no processo de desconsolidação faz com que parte das cargas sejam tratadas no começo do processo e outras partes apenas no final, gerando grande atraso no desempenho percebido pelos clientes proprietários destas cargas.

No terminal de carga, também foram observados que grandes atrasos e esperas ocorrem por conta de acidentes, erros, descuidos, imprecisões e outros eventos extraordinários ainda não contemplados no modelo. Problemas com as etiquetas que relacionam a carga à sua documentação, problemas na própria documentação, imprecisões no preenchimento dos conhecimentos de carga, o estado da carga, que pode ter sido danificada ou molhada, e as características gerais da carga, entre outras peculiaridades, afetam de forma significativa os tempos médios de processamento da carga no recebimento.

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 modelagem computacional mostrou-se um elemento valioso para apoiar o entendimento e a análise de sistemas logísticos, pois permitiu identificar e mapear os principais processos logísticos internos ao recebimento de carga do TECA, e indicou o processo de desconsolidação dos paletes como o principal gargalo na operação.

A partir do confronto dos dados obtidos do modelo e com o desempenho real do sistema verificado no terminal, foi observado que o principal gargalo está, de fato, associado às atividades de desconsolidação dos paletes. Todavia, novas dimensões de fontes de incertezas, ainda não modeladas, também permeiam esse processo. Entende-se que estas seriam importantes focos para estudos e melhorias futuras.

Verificou-se que na prática cotidiana do terminal de cargas não existe uma padronização das atividades de desconsolidação dos paletes. O sistema FIFO nem sempre é seguido e cada supervisor comanda seus recursos de uma maneira diferente gerando desvios nos tempos totais percebidos pelo cliente do terminal de carga. A gerência do aeroporto está tomando providências para entender e melhorar estas e outras práticas operacionais.

Surge, então, dessas novas dimensões de fontes de incerteza um compromisso desafiante de prosseguir os estudos das atividades logísticas internas ao terminal de carga aérea. Este modelo será explorado em maiores detalhes em futuras análises, de forma a identificar melhores práticas e/ou alterações no *lay-out* e infra-estrutura do terminal para contribuir com a melhoria do nível de serviço oferecido pelo aeroporto.

AGRADECIMENTOS

Os autores deste trabalho agradecem à FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa no Estado de São Paulo pelo suporte oferecido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- AOCI (1990) *Facilitation*, Anexo XIX à CACI, 9ª edição, Montreal
- Banks, J. (1998) *Hand Book of Simulation*, John Wiley & Sons, New York
- Bowersox, D.J., Closs, D.J. (1996), *Logistical Management: the integrated supply chain process*, New York: McGraw Hill
- Christopher, M.G. (1998), *Logistics and Supply Chain Management; strategies for reducing costs and improving services*, London: Pitman Publishing
- Cooper, R., Kaplan, R.S. (1988), Measure costs right: make the right decisions, *Harvard Business Review*, 66, 5, 96-103
- Figueiredo K.F., Wanke P. (2000) *Ferramentas da Qualidade Total Aplicadas no Aperfeiçoamento Logístico*. Revista Tecnológica, outubro de 2000. Brasil.
- Ianonne, A.P., Morabito, R. (2004) *A discrete simulate analyses of a logistics supply system*, Transportation Research Part E, Departamento de Engenharia de Produção – UFSC, São Carlos.
- INFRAERO (2005), *Operação de Carga Aérea*, Aeroporto Internacional de Viracopos- KPLC, Campinas, São Paulo.
- INFRAERO (2006), *O Papel do Aeroporto na Logística do Comércio Exterior- Apresentação para Clientes*, Aeroporto Internacional de Viracopos- KPLC, Campinas, São Paulo.
- Koh, P. H., J.L. Goh, H.s. Ng, e H.C. Hg (1994) Using simulation to preview plans of a container port operations, In *Proceedings of the 1994 Winter Simulation Conference*, J.D. Tew, S. Manivannan, D. A. Sadowski, e A. F. Seila, Eds., IEEE, Piscataway, NJ.
- Manivannan, S. (1996). Operation analysis and improvement of truckdock operations, *Proceedings of the ASI Symposium*, Slat Lake City, Utah, June.
- Manivannan, S., M. Zeimer (1996). Simulation and analysis of aircraft offloading operations, in *Proceedings of the 1996 Winter Simulation Conference*, San diego, Calif., December, J.M. Charnes, D. J. Morrice, D.T. Brunner, e J.J. Swain, IEEE, Piscataway, NJ.
- Neely, A., Gregory, M., Platts, K. (1995), Performance measurement system design: a literature review and research agenda, *International Journal of Operations and Production Management*, 15, 4, 80-116
- New, S.J. (1996), A framework for analysing supply chain improvement, *International Journal of Operations and Production Management*, 16, 4, 19-34
- Sabily, E. (1998) *Softwares Para Simulação*. Centro de Estudos em Logística, COPPEAD, UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil. Em < <http://www.centrodelogistica.com.br/new/fs-public.htm> >, acesso em 10/09/2005.
- Shapiro, J.F. (2001) *Modeling the Supply Chain*. Duxbury.