

## **SIMULAÇÃO NA MOVIMENTAÇÃO DE FRUTAS - EXPORTAÇÃO NO TERMINAL DE CARGA AÉREA**

## **SIMULATION IN FRUIT MOVEMENT - EXPORT IN THE TERMINAL OF AIR CARGO**

**Aline Cauane Baptista Silva**

linekau@gmail.com

**Rafael Inácio Silva**

rafaelinacio10@yahoo.com.br

**João Roberto Maiellaro**

joao.maiellaro@fatec.sp.gov.br

### **Resumo**

O objetivo do estudo é demonstrar a viabilidade da simulação para ilustrar uma proposta de melhoria, auxiliando as tomadas de decisão. Como ferramenta para simulação foi utilizado o software Arena versão acadêmica, onde alguns recursos são limitados. Nosso estudo engloba uma situação no processo de exportação de frutas em um terminal de carga aérea, que foi observada a partir de um cenário real, porém adaptado a um cenário fictício de tempo e variedade/quantidade de carga. Mesmo neste cenário, foi possível ilustrar e analisar com clareza os níveis de utilização dos recursos envolvidos, chegando à conclusão que é possível simular diversas situações e apresentar diferentes propostas. Sabendo que quanto mais próximo o modelo chegar da realidade, mais viáveis podem ser as melhorias propostas e mais confiáveis serão as tomadas de decisão baseadas em modelos simulados.

**Palavras-Chave:** Simulação, Software Arena, Melhoria.

## **Abstract**

The study objective is to demonstrate how simulation can be viable to illustrate a proposal for improvement before its implementation, assisting the decision-making. As a tool for simulation it was used the academic version of the software Arena, where some resources are limited. Our study includes a situation in the export process of fruits in an air cargo terminal, which was observed from a real scenario, but adapted to a fictitious scenario of time and variety / quantity of cargo. Even in this scenario, it was possible to illustrate and analyze clearly the levels of utilization of the resources involved, concluding that it is possible to simulate various situations and present different proposals. Knowing that the closer the model reach the reality, the more viable the proposed improvements can be and the more reliable the decision making based on simulated models will be.

**Keywords:** Simulation, Software Arena, Improvement.

## **Introdução**

A simulação é uma técnica de apoio à tomada de decisão no que se refere a melhorias em um sistema desde o mais simples ao mais complexo. Através da simulação é possível identificar gargalos, determinar melhores condições de operação, visualizar tamanho de filas, níveis de utilização de recursos e analisar o comportamento do sistema.

Nos últimos anos, o aumento da competitividade têm gerado um crescente interesse em ferramentas que facilitem a visualização do sistema como um todo, auxiliando no entendimento do funcionamento dos processos e traçando estratégias para melhorias. A utilização da simulação pode determinar um caminho para otimizar o cenário escolhido, mitigando os custos e desperdícios e ampliando a possibilidade de utilização dos recursos disponíveis, aumentando a eficiência de todo o processo.

Um dos principais obstáculos para a realização deste estudo foi a coleta de dados, pois dentro de um terminal de carga aérea há cargas de naturezas variadas. Optou-se pelo estudo da movimentação de frutas, onde a chegada é mais constante e por ser uma carga perecível há um tratamento diferenciado. Enxergou-se então, a possibilidade de demonstrar esta operação com mais detalhes em um sistema animado.

Por ser uma operação que possui diversos processos, a movimentação para exportação de frutas está sujeita a melhoria contínua em todas suas etapas, visando a otimização dos recursos, de tempo e a eficácia dos resultados obtidos. O cenário real estudado apresenta entraves logísticos desde o recebimento até o processo de paletização, buscamos focar nossa proposta, com base no conhecimento de uma operação cross-docking.

O objetivo geral deste estudo é demonstrar a viabilidade da utilização da simulação no auxílio em uma possível tomada de decisão, enquanto o objetivo específico é ilustrar uma proposta de melhoria antes de sua implantação, identificando principalmente gargalos e ociosidade de recursos.

A primeira parte deste artigo irá apresentar breves conceitos da simulação, seguido do escopo sobre a movimentação de frutas na exportação em um terminal de carga aérea já adaptado ao cenário fictício, finalizando com ilustrações dos resultados obtidos no simulador com as devidas análises e considerações finais, custos da operação não foram levados em consideração.

Poucos são os profissionais de logística que tiveram em sua formação o contato com a simulação, sabemos que alguns softwares para simular eventos são mais comuns na área de Engenharias e isso pode causar impacto direto no mercado de trabalho pois poucos são os profissionais da área de logística que estarão preparados para entender e utilizar ferramentas como o Arena, que é o software utilizado em nosso estudo, onde, apesar das limitações da versão acadêmica, foi possível adquirir o conhecimento necessário para elaborar uma proposta de melhoria, embora fictícia, a partir de um ambiente real.

## **Embasamento Teórico**

Tomar decisões de sistemas complexos a partir apenas da intuição ou experiência, ocorre com mais frequência do que se possa imaginar (CHWIF, 2015), o uso de tecnologia da informação tem se mostrado ao longo do tempo como uma ferramenta estratégica e de grande valia no processo de tomada de decisão (FONTANA e OLIVEIRA, 2008). A simulação pode ser o instrumento tecnológico usado para analisar sistemas complexos, mas não é uma panacéia. Segundo Portugal (2005), a criação de um modelo de simulação, geralmente, envolve um esforço relativamente

grande, porém, quando desenvolvido, permite representar muitas situações alternativas de projeto em pouco tempo e a baixo custo.

Sabe-se que a partir da década de 60 apareceram as linguagens de simulação, segundo Schriber, citado por Freitas Filho (2008), "simulação implica na modelagem de um processo ou sistema, de tal forma que o modelo emite as respostas do sistema real numa sucessão de eventos que ocorrem ao longo do tempo". A técnica de simulação visual, cujo uso se deu a partir da década de 1980, por causa de sua maior capacidade de comunicação, teve uma aceitação surpreendente (PRADO, 2014).

### Metodologia da Simulação

Decidindo utilizar a simulação para analisar o cenário escolhido, há três passos para obter um estudo bem sucedido (CHWIF,2015):

1.Concepção ou formulação do modelo: Etapa onde os envolvidos no projeto devem entender claramente o sistemas e todos seus objetivos, detalhes, hipóteses, discussão do escopo, coleta de dados.

2.Implementação do modelo: Conceito convertido em modelo computacional, atualmente mais prático devido o avanço da tecnologia e os atuais simuladores, nesta etapa há também a necessidade de observação dos primeiros resultados para confirmar se condiz com a realidade.

3.Análise dos resultados do modelo: Modelo pronto para experimentos, etapa de "rodadas" do modelo, onde é simulado por diversas vezes, analisando os resultados.

Figura 1 – Proposta Metodológica



**Fonte:** Adaptada de Chwif (1999)

Definido por Law e McComas, citado por Chwif (2015), a figura 1 demonstra passos ou processos conhecidos como "metodologia de simulação" ou "ciclos de vida de um modelo de simulação", onde é possível perceber que o conceito não é de uma programação linear, ou seja, pode ser realimentado, modificado e reiniciado. Conforme cita Paul, Eldabi e Kuljis (2003), todo esse procedimento sistemático pode ser perdido caso o problema não for bem entendido e identificado, sem um conhecimento básico do cenário simulado os resultados serão errôneos.

### **Terminal de Carga Aérea**

O objeto de estudo escolhido foi o Terminal de Carga Aérea do Aeroporto Internacional de Guarulhos (TECA GRU) que é responsável pelo maior volume brasileiro de exportações por via aérea, conectando o Brasil com 29 países. Além disso, é um corredor de passagem da carga exportada, com processamento diário de pallets aeronáuticos, assegurando agilidade e segurança no processo de exportação, segundo site da administradora do aeroporto, GRU Airport.

Os sistemas permitem o gerenciamento total do processo de recepção, triagem, armazenagem, movimentação, liberação da carga e faturamento dos serviços, e está em consonância com os diversos regimes aduaneiros da Receita Federal.

Dentre os principais investimentos em curso na infraestrutura dos armazéns, estão a readequação do lay-out dos armazéns de importação e exportação, onde surgiu a ideia para este estudo, no qual foi criada uma proposta para obter um melhor fluxo da movimentação de frutas, que conseqüentemente proporcionaria melhor movimentação em cargas de outra natureza.

### **Exportação de Frutas**

Conforme afirma Vieira (2005), as exportações desempenham um papel fundamental no comércio internacional de um país e o aumento das exportações faz com que as empresas aprimorem os padrões de qualidade tendo em vista a concorrência no mercado internacional.

Mais de 100 países importam frutas brasileiras, sejam elas frescas, secas ou processadas. Segundo a Associação Brasileira de Produtores Exportadores de Frutas e

Derivados (ABRAFRUTAS), houve uma queda de 4,5% no volume de exportação de frutas no ano de 2016 em comparação ao ano anterior, essa redução ocorreu devido à quebra de safra de algumas culturas pelas adversidades climáticas.

O Brasil deve estar preparado para as oportunidades internacionais, aproveitando o potencial produtivo para reverter os índices negativos na variação de exportação de frutas, para isso, além do desenvolvimento das regiões produtoras e do investimento na qualidade dos produtos, há a necessidade de uma boa gestão nos processos de movimentação de frutas na exportação.

### **Conceito Cross-Docking**

Para a proposta de melhoria no processo de exportação de frutas, o estudo foi baseado no conceito de cross-docking, que é basicamente o fluxo acelerado de produtos do recebimento à expedição (MOURA,1997). Por se tratar de carga de natureza perecível, não é aconselhável que haja estoque desse produto, logo a ideia de aplicar o conceito cross-docking é o tipo de melhoria apropriada nesta movimentação. Moura (1997), ainda afirma que:

O cross-docking é diferente porque o operador do armazém recebe os produtos e, então, separa os pedidos no chão. Os resultados são excelentes, quando comparados com o custo das operações convencionais de armazenagem que envolvem recebimento, estocagem, separação de pedidos e expedição. Atualmente, o cross-docking está sendo identificado como uma oportunidade estratégica da armazenagem.

Mesmo não sendo levado em consideração os custos da operação neste estudo, os resultados que serão apresentados envolvem menos processos do que uma operação convencional, sendo assim possível perceber otimização dos recursos e aumento no nível de serviço.

### **Desenvolvimento**

O sistema que será apresentado consiste em simular os processos de movimentação de cargas para exportação de frutas realizado no TECA GRU no período de 8 horas (das 8h às 16h), foram escolhidas as 3 principais frutas (mamão, manga e

figo) que passam pelo processo de exportação no período em que aconteceu a pesquisa de campo que deu-se através de observação dos processos e questionamentos informais.

Para a representação virtual deste sistema foi utilizado o software Arena, que é a ferramenta de simulação de eventos discretos mais utilizado no mundo, segundo o site da Paragon, desenvolvedora do software que divulga o produto como sendo um ambiente gráfico integrado, possuindo recursos para análise estatística, modelagem de processos, animação, e análise de resultados.

O sistema simulado é constituído pelos seguintes processos: Descarregamento, Pesagem, Recebimento, Armazenagem (Bolsão/Câmara Fria), Escaneamento e Paletização.

Os processos apresentados neste estudo começam com a chegada de entidades (caminhão) de modo aleatório em faixas de horário pré-determinados, conforme tabela abaixo:

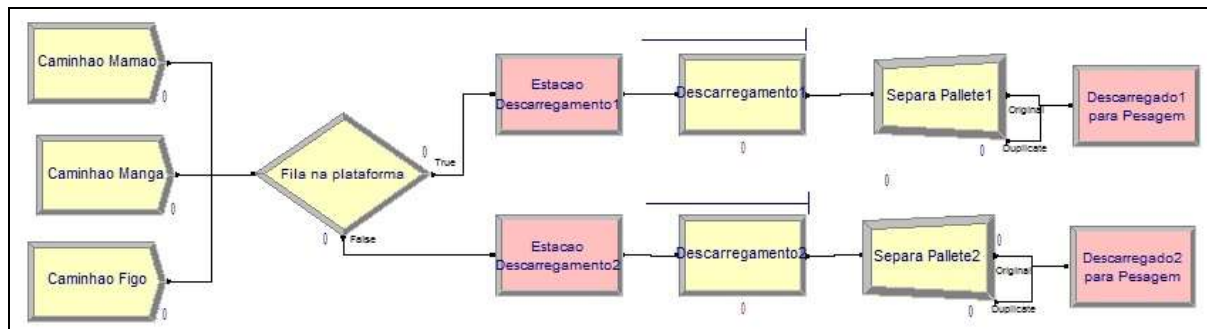
Tabela 1 – Faixas de Horários Chegada de Caminhões

	Mamão	Manga	Figo
Das 8h às 10h	4	3	3
Das 10h às 12h	2	2	2
Das 12h às 16h	0	1	1

**Fonte:** Elaborado pelos autores

O processo de descarregamento ocorre por duas docas, onde a segunda começa a ser utilizada assim que a primeira atinge 2 entidades em fila e após este processo ocorre a replicação de entidades para demonstração de que uma carga equivale a 5 paletes descarregados, neste momento então as entidades passam a ser os paletes de frutas. (Figura 2)

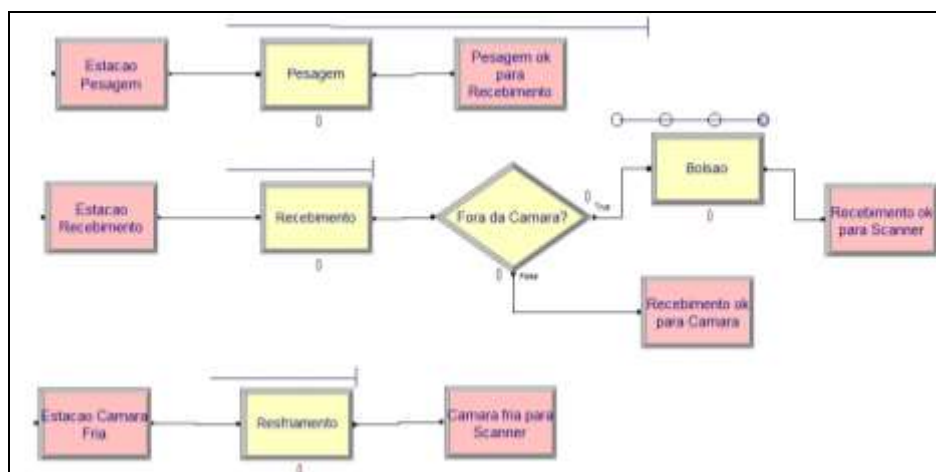
Figura 2 – Processo de descarregamento



Fonte: Elaborado pelos autores

Seguindo, há o processo de pesagem, onde cada palete é pesado e conferido, passando para o processo de recebimento e após este ocorre um processo de decisão se a entidade vai para a câmara fria ou bolsão de espera, representando a armazenagem de frutas. (Figura 3)

Figura 3 – Processo de pesagem e armazenamento

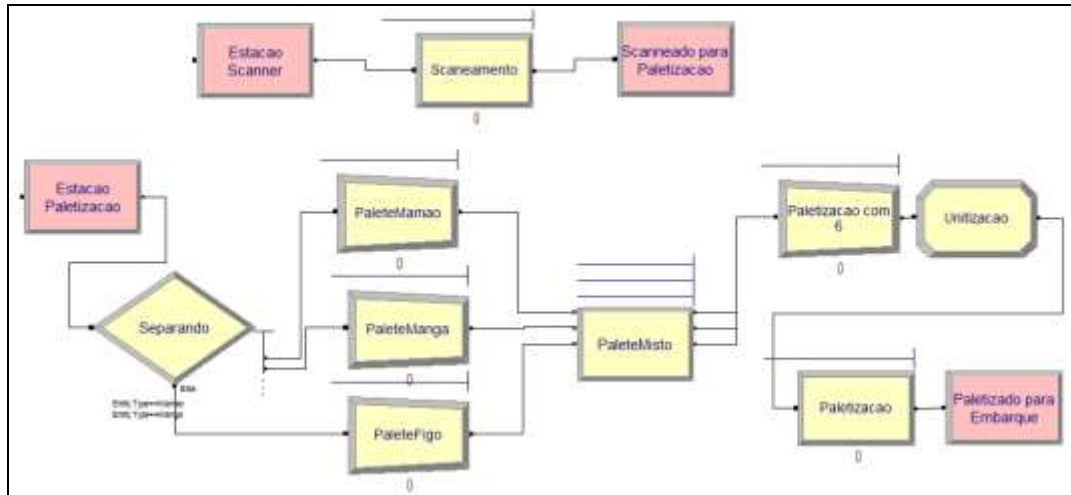


Fonte: Elaborado pelos autores

Após o devido tempo de espera, que pode ocorrer por distintas razões, as entidades passam no processo de scanner sendo separados para suas respectivas linhas de paletização, agrupados em dois (neste momento a entidade por alguns instantes são 2 paletes). O processo de paletização termina com o agrupamento de 3 entidades distintas, sendo assim a entidade final é 1 palete aeronáutico formado por 6 paletes de frutas (sendo 2 de cada tipo) pronto para seguir para a aeronave (Figura 4),

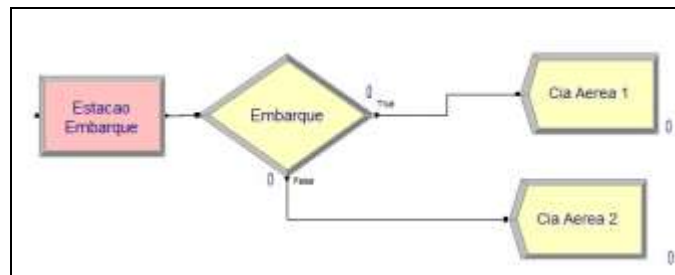
o embarque está definido por um bloco de decisão onde foi estabelecido uma porcentagem de proporção 66-34% (Figura 5).

Figura 4 – Processo de Paletização



Fonte: Elaborado pelos autores

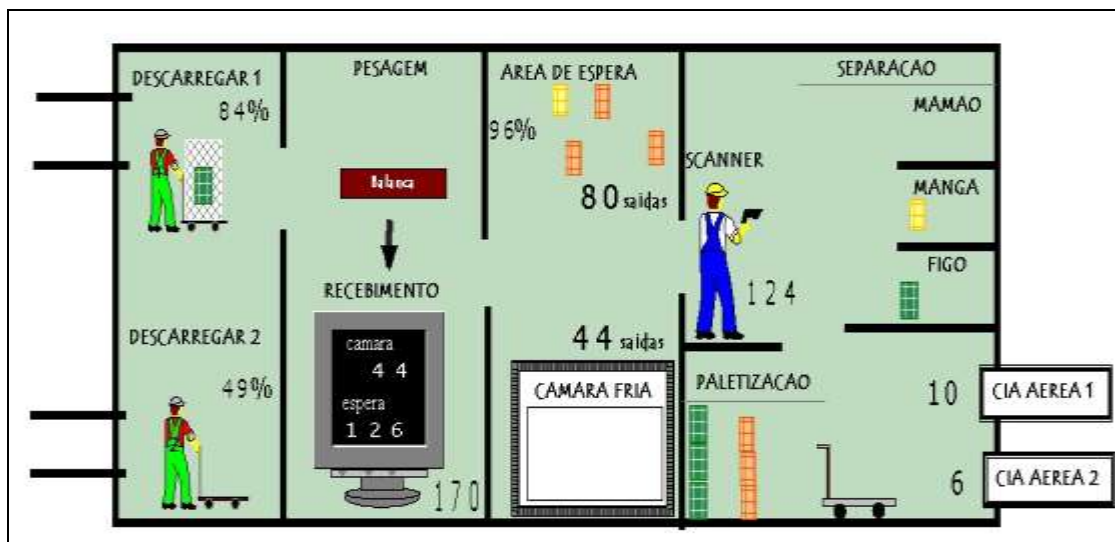
Figura 5 – Processo de Embarque



Fonte: Elaborado pelos autores

Simulando este sistema por 8 horas, percebeu-se que a quantidade de saídas neste período poderia ser maior caso não houvesse armazenagem da carga. Algumas entidades ficaram entre os processos e os níveis de utilização dos recursos poderiam ser mais equilibrados (Figura 6).

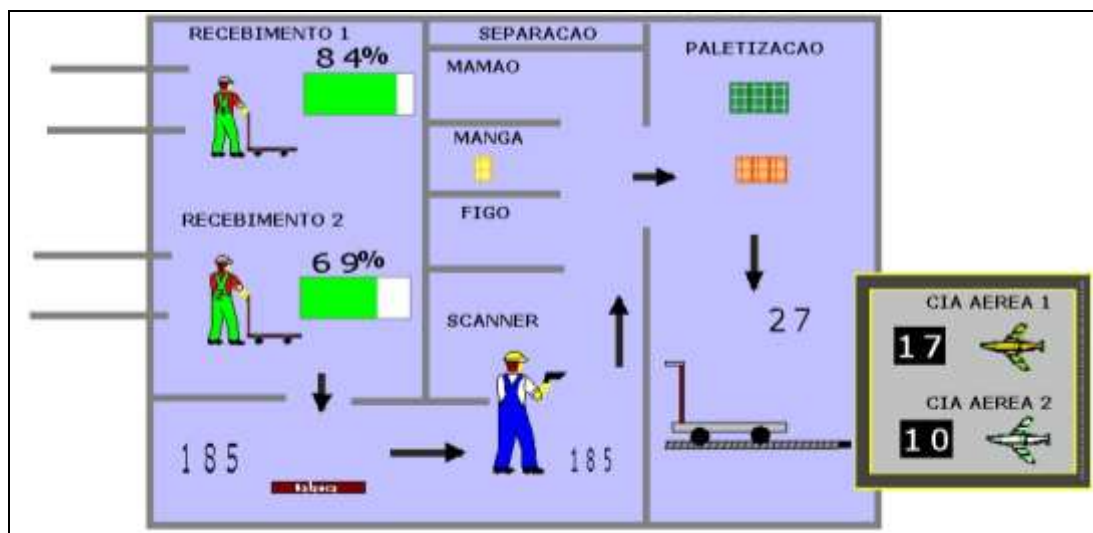
Figura 6 – Tela final da simulação animada



Fonte: Elaborado pelos autores

A partir dessa análise e com base no conceito de cross-docking, simulamos a proposta onde não há armazenamento, os caminhões chegam em horários pré-estabelecidos e após o recebimento (descarregamento, pesagem), já ocorre o escaneamento da carga que segue para a linha de paletização (Figura 7).

Figura 7 – Tela final da simulação de proposta animada



Fonte: Elaborado pelos autores

## **Resultados e Discussão**

Comparando os resultados obtidos ao final de cada simulação (cenário atual e proposta de melhoria), fica evidente que o conceito de cross-docking é a tendência para um sistema mitigar o tempo entre o recebimento e a expedição. O total de saídas na proposta foram de 27 paletes sendo que antes da melhoria saíam 16. Esse aumento de quase 69% deu-se no momento em que menos entidades permaneceram no sistema após as 8 horas de simulação.

Para acelerar o processo de embarque, as frutas passam a ser carga com prioridade de embarque e, por isso, não há armazenamento das mesmas. Os recursos de bolsão e câmara fria (Figura 3) passaram a não ser mais utilizados após o processo de pesagem e assim as frutas seguiram direto para escaneamento e paletização. Claro que, aplicado no cenário atual do terminal de cargas, por motivo de corte no embarque em uma aeronave por exemplo, a câmara fria ainda estará disponível para acondicionar a carga, assim como para atender cargas de outras naturezas, não sendo um recurso que ficará ocioso quanto ao uso no terminal.

No geral, estes resultados indicam que demonstrar os resultados de uma hipotética mudança ou melhoria proposta antes da implantação da mesma, sugere aos envolvidos uma visão ampla do sistema, detalhando cada processo, compreendendo qual recurso é o gargalo da operação, quais ações serão colocados em prática e quais serão os resultados esperados. Os resultados sugerem também que sempre há espaço para uma gestão que leva em consideração o conceito de melhoria contínua, considerando essa estratégia, processos e recursos estarão sempre alinhados ao objetivo da operação.

## **Considerações Finais**

Conforme confirmado na literatura, não há necessidade de que haja de fato um problema para que se proponha melhorias, pois os processos sempre podem ser analisados visando a gestão de melhoria contínua. A ideia de usar o conceito de cross-docking é positivo na movimentação de carga de natureza perecível pois diminui gargalos e proporciona otimização na utilização dos recursos disponíveis.

Este tipo de estudo proporciona uma visão de gestão estratégica, onde obtém-se capacidade para analisar o sistema como um todo e através desta visão, identificar etapas do processo que podem ou necessitam de melhorias.

Logo de início, percebeu-se que seria necessária a versão completa do software para que fosse possível a utilização de todos os dados e tempos reais para a fiel demonstração e simulação dos processos de movimentação destas entidades, porém, mesmo com a adaptação dos dados, conseguimos ilustrar a movimentação de frutas e seus processos, otimizando os recursos identificados como gargalo no cenário simulado.

Para futuros trabalhos, há possibilidade de uma continuidade no mesmo estudo acrescentando mais informações, por exemplo, levando em consideração cargas de outras naturezas, neste caso, seria necessário a utilização do software na versão completa. O processo de coleta de dados e de virtualização do sistema seria mais complexo e isso demandaria muito mais tempo para que se alcançasse um cenário próximo ao real, porém, obteríamos resultados muito mais satisfatórios e com real possibilidade de implantação no dia-a-dia do terminal de cargas.

## Referências

CARVALHO, José Márcio e MIRANDA, Diogo Leitão. As Exportações Brasileiras de Frutas: Um Panorama Atual - Disponível em: <http://www.sober.org.br/palestra/13/1300.pdf>. Acessado em: 03/04/2017

CHIAVENATO, Idalberto. Administração nos novos tempos: os novos horizontes em administração/ Idalberto Chiavenato. 3.ed. - Barueri, SP: Manole, 2014.

CHWIF, Leonardo. Modelagem e simulação de eventos discretos: teoria & aplicações / Leonardo Chwif, Afonso C. Medina. - 4.ed. - Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

Estatística de exportações brasileiras de frutas frescas 2016 - Disponível em: [http://abrafrutas.org/index.php?option=com\\_content&view=category&layout=blog&id=95&Itemid=259&lang=pt-br](http://abrafrutas.org/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=95&Itemid=259&lang=pt-br), acessado em 03/04/2017

Exportação de frutas brasileiras segue em alta - Disponível em: <http://jornalggn.com.br/noticia/exportacao-de-frutas-brasileiras-segue-em-alta>, acessado em 03/04/2017

FONTANA, Guilherme e OLIVEIRA, Otávio J. Uso de tecnologia de informação no planejamento e controle da produção: um estudo nas micro e pequenas empresas da região de bauru, XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, rio de janeiro, outubro de 2008. Disponível em [http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2008\\_TN\\_STO\\_069\\_490\\_11279.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2008_TN_STO_069_490_11279.pdf), acessado em 03/04/2017

MOURA, Reinaldo Aparecido. Manual de logística: armazenagem e distribuição física, volume 2 / Reinaldo A. Moura. - São Paulo: IMAM, 1997.

Paragon Decision Science - Disponível em <http://www.paragon.com.br/software/arena/>, acessado em 03/04/2017

PRADO, Darci Santos do. Teoria das filas e da simulação / Darci Santos do Prado. - 5.ed. - Novas Lima: FALCONI Editora, 2014. - (Série Pesquisa Operacional, vol. 2).

VIEIRA, Aquiles. Teoria e Prática Cambial:Exportação e importação / Aquiles Vieira. - 2.ed. -São Paulo: Lex Editora. 2005

VIEIRA, Guilherme Bergmann Borges. Transporte internacional de cargas / Guilherme Bergmann Borges Vieira. - 2.ed. - São Paulo: Aduaneiras, 2002.