

Métodos Computacionais de Simulação – Uma Proposta para uma Operação de Cross- Docking de 3º Nível

PEDRO ROQUINI

Fatec Guarulhos – São Paulo – Brasil
pedro.roquini@fatec.sp.gov.br

CAIO FLAVIO STETTINER

Fatec Guarulhos – São Paulo – Brasil
cstettiner@gmail.com

JOÃO ROBERTO MAIELLARO

Fatec Guarulhos – São Paulo – Brasil
joamaiellaro@yahoo.com.br

MARCELO KENJI SHIBUYA

Fatec Zona Leste – São Paulo – Brasil
marcelo.shibuya@gmail.com

Resumo – Este artigo faz uma análise sobre a aplicação de Métodos de Simulação, utilizando como exemplo prático um caso de implemento de uma operação de Cross- Docking de 3º Nível. O estudo desenvolvido tem o objetivo de demonstrar quais são as qualidades em se obter resultados dos Métodos de Simulação, advindos de estudos quantitativos devidamente interpretados. Além disso, se podemos obter, ainda, um maior entendimento em um âmbito gerencial com a utilização de um Software Comercial de Simulação. Através de um modelo computacional, este estudo mostra quais são as peculiaridades desta operação, através dos tempos de seus processos e variáveis aleatórias que independem do sistema.

Palavras-chave: Simulação, Cross- Docking, Modelos Computacionais.

Abstract – This article does an analysis about the application of Simulation Methods, using as functional example a case of implementation of a Cross Docking operation in Third Level. This developed study has the objective to demonstrate which the qualities are to obtain results of Simulation Methods, occurs of quantity studies properly interpreted. Besides, if it is possible to obtain, even, a bigger insight in a manager ambit with the application of a Simulation Trade Software. Through of a computational model, this study demonstrates which peculiarity are of this operation, through of the time its process and random variable that independent on the system.

Keywords: Simulation, Cross- Docking, Computational Models.

Introdução

Os recentes trabalhos desenvolvidos, em geral, na área de logística, procuram criar formas e métodos cada vez mais precisos que auxiliem na tomada de decisão. Os gestores desenvolvem suas atividades em organizações diversificadas, se deparam com situações de, quando colocados à prova, precisarem mostrar sua capacidade de serem flexíveis.

Nesse sentido, a atual política gerencial das organizações mantém um relacionamento estreito com seus clientes e fornecedores, e suas respectivas Cadeias de Abastecimento obrigam os mesmos a um constante planejamento e previsões diversas para sua efetiva produtividade, até mesmo para que possam se manter competitivas no mercado. O modelo de gestão, para essa nova época, ultrapassou qualquer delimitação cultural e geográfica, já podendo ser vista como impactante entre diferentes economias. Nesse contexto, encontramos a necessidade de contribuição da logística moderna, que exerce sua função em abastecer e satisfazer necessidades de regiões que sejam carentes em recursos, fazendo assim a troca das capacidades econômicas de cada região. Para confirmar o raciocínio, Ballou (1993) disse que na economia mundial os sistemas logísticos eficientes formam bases para o comércio e a manutenção de um alto padrão de vida nos países desenvolvidos. .

É necessário que o pesquisador em logística tenha em mente que seus fenômenos estudados nunca serão obrigatoriamente os mesmos, ou seja, é preciso considerar que os processos logísticos se transformam de acordo com a requisição de uma necessidade.

Para um correto e eficaz desenrolar das atividades logísticas, segundo Ballou (1993), é necessário que após o planejamento de um projeto haja dados concretos para que torne sua implementação viável e lucrativa, e o seu controle deve ser preventivo.

Tendo em mãos informações precisas, podemos prever situações e projetar o comportamento de variáveis, em um âmbito interno ou externo de uma organização. Dentre várias modelagens modernas utilizadas na gestão de uma Cadeia de Abastecimento, existem os métodos de simulação.

A literatura da logística descreve a possibilidade de prever incertezas e simular cenários. Com informações numéricas, colhidas anteriormente, é possível simular futuros acontecimentos, resultantes de diversificadas decisões. Em outras palavras, podemos usufruir de modelos matemáticos para que se obtenha uma visão mais ampla de possíveis e diferentes cenários. Sendo assim, de acordo com Winston(1991), a simulação é uma ferramenta amplamente utilizada na análise de sistemas complexos. Da mesma forma, LAW(2007) acredita que o uso da simulação encontra justificativas nos casos em que a complexidade encontra-se em elevado grau.

Em um cenário de mercado caracterizado pela agilidade em disponibilizar produtos e serviços em pleno funcionamento, as empresas ganham em simular cenários relacionados aos ganhos e ao tempo.

Este artigo vem com o objetivo de aplicar um Modelo de Simulação Computacional em um projeto piloto, de implantação, de uma operação de Cross- Docking de 3º Nível, onde um Operador Logístico atua na área de transporte de Suprimentos na Cadeia de Abastecimento de uma montadora de caminhões. A aplicação das ferramentas, para este projeto, se dá pela necessidade de conhecer o comportamento de diferentes variáveis e sua interferência durante o ciclo do processo.

Tomaremos a sequência das informações da seguinte forma: Breve conceituação dos Métodos de Simulação; Descrição do escopo da operação de Cross- Docking de 3º Nível (LOG X); Análise do Modelo Conceitual Válido; Análise dos tempos de cada operação (variáveis); Procedimentos e parâmetros para simular o caso; E as devidas considerações finais.

Conceituando Simulação e seus Recursos Gerenciais

Não diferente do que seu próprio nome sugere, os métodos gerenciais para simulação também significam analisar informações que podem não ser reais para obter, ao menos, algum entendimento sobre algum caso, momento ou cenário.

Um estudo baseado nas ferramentas de simulação pode mostrar fatores da função observada que não são percebidas, no que se refere ao corriqueiro. O andamento da simulação irá tornar claro como será a reação de determinadas qualidades do processo em um cenário variável ou hipotético, enquanto que sua conclusão mostrará se o processo é produtivo e quais são as possíveis melhorias.

Deverá ficar claro que os métodos utilizados para simulação, sejam eles quais forem, não apresentarão resultados concretos e precisos a fim de que sejam referência de atitudes tomadas pelo gestor, mas mostrarão sim quais são as possibilidades para diferentes casos. Portanto, o estudo mostrará apenas caminhos hipotéticos, daí a necessidade de um raciocínio flexível por parte do planejador que deverá interpretar o estudo ao modo que lhe convém, assim, o sucesso do projeto dependerá meramente dessa sua qualidade e capacidade de posicionamento.

O passo inicial para a criação de um modelo de simulação deve partir de sua necessidade. Isto é, fixar a razão ao objetivo do estudo e quais os parâmetros a serem estudados. Uma simulação pode focar alguma medida de desempenho como, por exemplo, de determinado processo de elevação de carga, assim como o tempo que os funcionários utilizam para operar as máquinas levantadoras, e o método de simulação utilizado precisa ser específico.

Segundo Leonardo Chwif(1999), os modelos de simulação podem ser classificados de duas formas:

a) Modelos Estocásticos: São os modelos que utilizam variáveis aleatórias para validação do programa de simulação

b) Modelos Determinísticos: Trabalham com variáveis do tipo não probabilísticas. Por essa forma, não importa quantas forem as rodadas de simulação executadas, seu resultado será sempre o mesmo.

A maioria dos modelos utilizados por analistas e gestores se enquadram no estilo de modelo Estocástico, por apresentar diferentes possibilidades em cada rodada de simulação.

Referimo-nos a “rodadas de simulação” quando repetimos variadas vezes o mesmo modelo com diferentes números aleatórios. Cada rodada poderá mostrar diferentes possibilidades, o que é um dos pontos fortes em um estudo com simulação.

Já disse Pidd(2004), que um dos resultados gerados pela aplicação dos métodos de simulação é o aumento de conhecimento, e ocorre primeiramente na estrutura e modelagem do problema, sendo o próximo momento o entendimento e a elaboração das devidas conclusões sobre o modelo programado. Em outras palavras, no primeiro passo elaboramos o estudo do cenário existente, gerando o problema e identificando as características do processo, e no segundo passo devemos notar quais foram os aprendizados durante o desenvolvimento e execução do evento programado.

Os Métodos Computacionais

Os Modelos Computacionais nada mais são que animadores, por assim dizer, do programa de simulação.

Os Modelos Analíticos são limitados pela sua abordagem, que é de transformar as diversas informações em funções e equações matemáticas. Embora os modelos Analíticos possam ser solucionados manualmente, o processo tornar-se-ia deveras demorado se levamos em conta quão numerosas seriam as rodadas de simulação à

serem executadas.

Para que haja efetividade em uma modelagem computacional, Balci (1992) interpretou que existe a necessidade de formatar todos os dados colhidos até o presente momento em um Ambiente de Simulação. O Ambiente de Simulação é um conjunto integrado de sistemas, softwares e hardwares, que automatizam o tempo de vida do programa de simulação.

Uma das formas de se realizar as simulações é através de figuras e animações que interajam diretamente com a relação de programação versus o tempo da operação.

Utilizaremos, para este estudo, um Software comercial que é capaz de responsabilizar alguns componentes gráficos à condições de funcionamento de cada operação. O software condiciona seu funcionamento por base de fluxograma, não diferente do Modelo Conceitual estipulado para este estudo, logo fica clara a adaptabilidade do processo de Cross- Dockin de 3º nível à este tipo de interpretação computacional.

Para que seja desenvolvido o fluxograma dentro do Software, é necessários condicionar cada Bloco do sistema à alguma função. A FIGURA 5 mostra quais são os Blocos básicos para se desenvolver um ciclo operacional.

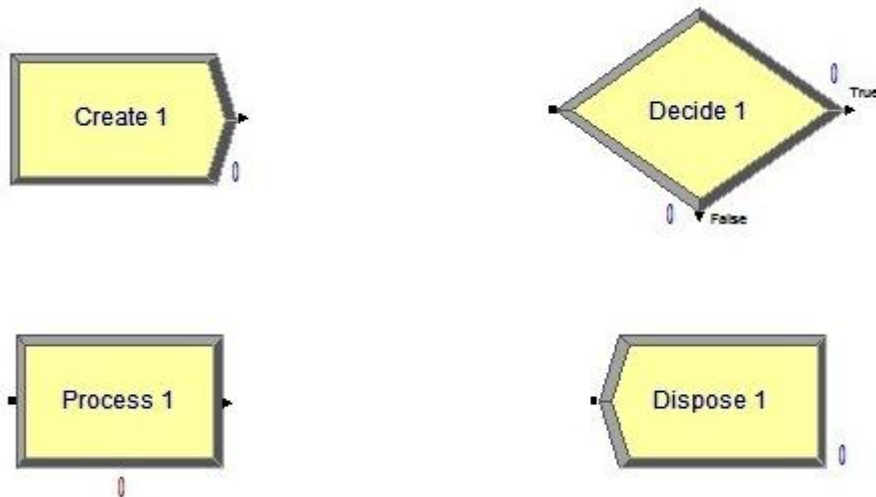


FIGURA 1 – Blocos que caracterizam diferentes funções dentro do Software. Elaborado pelos próprios autores.

Cada bloco obedece a sua respectiva função, sendo eles:

- Create: Este é o Bloco que caracteriza o início do sistema a ser moldado. Possui como critérios a informação de quantas entidades deverão adentrar no sistema, podendo ser de forma aleatório (randômica) ou em complexos matemáticos, como métodos exponenciais, normal e Poisson.

- Process: Este é o bloco que caracteriza cada processo do sistema, portanto é comum encontrar mais de um Bloco Process em um modelo de simulações. Assim como mostrado anteriormente, na TABELA 1, os diferentes processos no processo da LOG X, este Bloco tem a função de representar e comportar as características específicas das diferentes atividades à serem realizadas.

- Decide: É o Bloco que estabelece condições ao sistema, julgando uma situação de “sim” ou “não”, “verdadeiro” ou “falso”. No caso deste estudo, O Bloco Decide é empregado no momento de conferência dos volumes recebidos dos fornecedores, indicando quais foram aprovados pela lista de recebimento e quais não foram;

- Dispose: Não há o que se configurar neste bloco, sendo o responsável por finalizar o processo.

Para efeito de análise deste estudo, iremos utilizar o Modelo Estocástico de

Simulação, proposto por Chwif (1999) e anteriormente descrito.

Simulação em uma operação Cross- Docking de 3º Nível

De antemão, segue breve relato da operação a ser estudada a fim de identificar a necessidade em se aplicar um método computacional de simulação.

Diz a literatura que as operações, dentro de um armazém, em que há separação e reembalamento de produtos específicos são consideradas Cross Docking de Terceiro Nível. E é este tipo de atividade que iremos estudar agora.

O Operador Logístico, que chamaremos de LOGX, possui um Centro de Consolidação de Cargas em Guarulhos- SP, região metropolitana do Estado de São Paulo, onde atende um dos seus maiores clientes, a Y CAMINHÕES, conceituadíssima empresa montadora de caminhões. O CCC tem função de receber diversas peças automotivas de diversos fornecedores, consolidá- las, e reenviá- las à Y CAMINHÕES. Esta operação é considerada de Cross Docking de Segundo Nível, por se basear apenas na separação da carga para seu envio. O estudo com ferramentas de simulação fará parte, neste estudo, da implementação do projeto de Cross- Docking de 3º Nível.

A princípio, a Y CAMINHÕES recebe suas peças em embalagens que não possuem um padrão entre si, o que dificulta e atrasa os tempos em suas atividades de produção. Para que a necessidade de suprimentos de produção seja atendida, as peças devem entrar no sistema em embalagens KLT, conforme Figura 2, que mesmo em diferentes modelos possuem um padrão de encaixe ou remonte. São quatro os modelos de caixas KLT utilizados pela Y CAMINHÕES:



FIGURA 2 – Embalagens KLT utilizadas pela Y CAMINHÕES. Elaborado pelos próprios autores.

Ou seja, as peças chegam no centro fabril em pacotes ou caixas desqualificadas pela Y CAMINHÕES, e as peças precisam ser acomodadas nas embalagens KLT para adentrarem na linha de produção. Esta atividade gera gastos em mão-de-obra que não está focada no Core-Business da empresa, além de gerar possíveis prejuízos por atrasos na linha de produção.

O projeto proposto pelo operador logístico, a LOG X, é de efetuar esta atividade de reembalamento em seu próprio Centro de Consolidação de Cargas. A LOG X desenvolverá o projeto junto com seu cliente e os fornecedores do mesmo, fortalecendo sua política de Comakership em propor melhorias contínuas, cumplicidade e comprometimento.

Detalhes do Procedimento de Reembalamento, Consolidação e Transbordo da Carga.

Para que fossamos obter uma ampla convicção dos diferenciados processos desta operação de Cross- Docking, assim como suas peculiaridades, analisaremos as etapas que se seguem:

- 1- Etapa compreende o início do fluxo, ou seja, os veículos carregados com volumes, vindos de diferentes fornecedores, adentram no CCC;
- 2- Etapa compreende a conferências dos volumes de acordo com descrição da Nota Fiscal do fornecedor. O agente operacional deverá receber, no instante de *Inbound*, apenas uma nota fiscal para cada tipo de peça. Para que os volumes possam ser descarregados, é necessário que a quantidade e qualidade das peças estejam de acordo com a lista de recebimento, sendo esta pré- encaminhada à administração da LOG X. Caso os volumes a serem recebidos estejam em quantidades divergentes, estas serão impedidas de adentrarem no sistema;
- 3- Etapa compreende duas atividades, que acontecem de forma paralela. Enquanto há a formação de fila de veículos, aguardando chamado eletrônico para descarregarem, os operadores do CCC se encarregam de emitir etiquetas em quantidades múltiplas, em uma relação entre o número de peças que serão acomodadas em um dado número de caixas. Anexar as etiquetas na nota fiscal e acompanhar as peças junto ao reembalamento. As etiquetas possuem caráter informativo e deve identificar cada caixa, para que não haja perda de peças no decorrer no ciclo;
- 4- Etapa compreende o processo de reembalamento. Com as etiquetas em mãos, os operadores de reembalamento já estão munidos das informações necessárias, sendo quais e quantas peças deverão ser comportadas por cada tipo de caixas KLT. Acomodar as caixas KLT, já com as peças, em páletes do tipo PBR. O empilhamento de ser de 2 páletes de altura para transporte, e 3 páletes de altura para armazenagem. O empilhamento não pode ultrapassar de 1m de altura, por exigências técnicas estabelecidas pela Y CAMINHÕES. A acomodação deve ser feita de forma trançada, e assegurada com cintas plásticas. Para análise de estudo, e parametrização dos tempos da simulação, melhor exemplificada no próximo tópico, considera-se a formação de 50 novas embalagens formadas por ciclo;
- 5- Etapa compreende processo de movimentação dos paletes. A área de Cross-Docking possui marcações no chão, em formato 2D, que representam as dimensões em área de um reboque. Comumente chamado de boneco, essa região fica à disposição para que sejam acomodados os paletes empilhados, esperando para serem expedidos. Um boneco lotado representa um reboque lotado, portanto, a lotação do boneco caracteriza que uma unidade de transporte já está consolidada, em termos volumétricos, sendo desprezado o fator peso. Assim, temos o processo de Cross-Docking concluído;
- 6- Etapa compreende fase final do ciclo, onde há a acomodação dos paletes, com as caixas KLT, dentro do veículo (Carreta Sider);
- 7- Veículo Carreta Sider viaja runo à MONTADORA Y. Etapa represente a saída do sistema.

Compreendendo o Sistema – O Modelo Conceitual

Com base no que Law (2007) propôs sobre Modelagem Conceitual, a figura a seguir é o retrado da operação, em termos analíticos, para interpretação dos processos e suas sequencias.

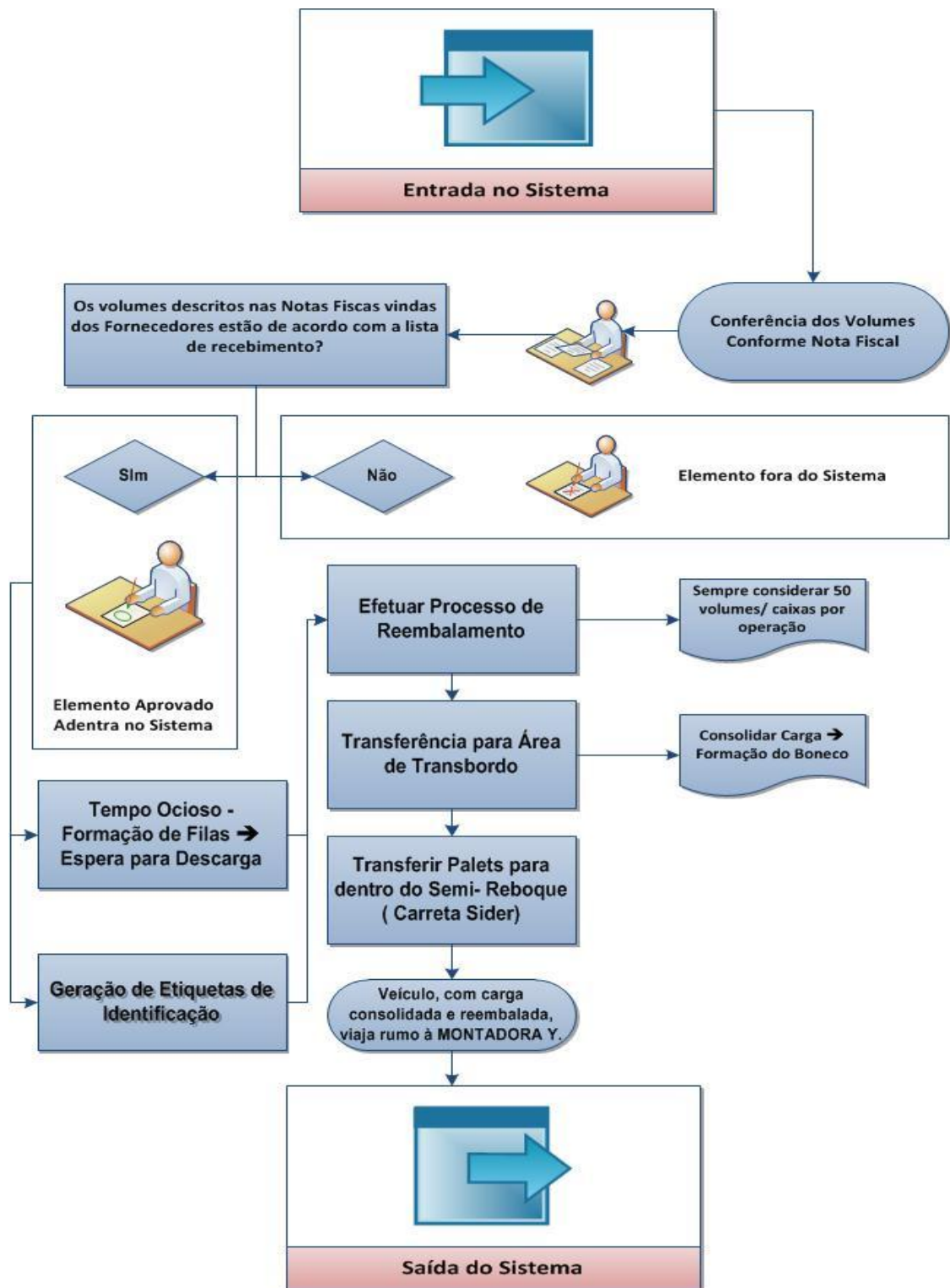


FIGURA 3 – Modelo Conceitual- Operação Cross- Docking de 3º Nível. Elaborado pelos próprios autores.

Análise dos tempos – Premissas e generalidades da Operação

Apresenta-se neste tópico, em forma de tabelas para uma melhor compreensão de cada fase do processo, os tempos médios à serem considerados. Vamos então contar com informações detalhadas, como quantos operadores são necessários para se alcançar um tempo ideal de operação e quais características devem ser levadas em conta para seja possível elaborar um estudo qualitativo do processo.

Processo 1:	Entrada no sistema	Descrição	
Tempo Médio de Duração*:	10 a 20	Entrada dos veículos à efetuarem descarga	
nº de operadores:	-		
Capacidade Operador**	-	Observação	Considerar um elevado grau de desvio padrão. Componente sofre interferência de variáveis aleatórias
Processo 2:	Conferência dos Volumes	Descrição	
Tempo Médio de Duração*:	10	Conferência dos volumes (conforme descrição em nota fiscal) em relação à ordem de recebimento.	
nº de operadores:	1		
Capacidade Operador**	10	Observação	Apenas os volumes "de acordo" com a relação de ordem adentram ao centro de Cross-Docking.
Processo 3:	Espera para atendimento	Descrição	
Tempo Médio de Duração*:	conforme formação de fila	Tempo ocioso, onde o motorista aguarda chamdo eletrônico para poder efetuar descarga no centro de Cross-Docking	
nº de operadores:	-		
Capacidade Operador*	-	Observação	Processo ocorre em paralelo com geração de etiquetas
Processo 3:	Geração de Etiqueta	Descrição	
Tempo Médio de Duração*:	20	Geração de etiquetas de identificação. São geradas etiquetas em quantidades múltiplas, em uma relação "Peças/Embalagem"	
nº de operadores:	1		
Capacidade Operador*	20	Observação	Processo ocorre em paralelo com tempo ocioso do motorista. Considerar 50 Caixas / Operação
Processo 4:	Reembalamento	Descrição	
Tempo Médio de Duração*:	20	Retirar peças das embalagens desqualificadas e coloca-las em suas respectivas embalagens do tipo KLT.	
nº de operadores:	3		
Capacidade Operador*	60	Observação	período necessário para embalar 50 caixas
Processo 5:	Expedição/ Formação Boneco	Descrição	
Tempo Médio de Duração*:	15	Efetuar liberação da área de reembalamento para a área de transbordo. Consolidar carga no Boneco	
nº de operadores:	2		
Capacidade Operador*	1 mim/ palete	Observação	Expedição: Liberar volumes (empilhadeira) para área de transbordo/ Cada 5 embalagens do tipo KLT formam um Palete = 30 paletes formam um boneco
Palets para formação do boneco	30		
Processo 6:	Transbordo	Descrição	
Tempo Médio de Duração*:	15	Atividade de acomodar paletes no veículo transportador (Carreta Sider)	
nº de operadores:	2		
Capacidade Operador*	1 mim/ palete	Observação	Os bonecos possuem mesma dimensão em 2D do semi-reboque Sider
Quant. máxima de paletes	30		
Processo 7:	Expedição/ Formação Boneco	Descrição	
Tempo Médio de Duração*:	120	Fase final do sistema: Carreta carragada viaja rumo à MONTADORA Y	
nº de operadores:	1		
Capacidade Operador*	-	Observação	Liberação imediata após formação do boneco

TABELA 1 – Especificações Técnicas do Procedimento. Elaborado pelos próprios autores.

Generalidades e Premissas:

- Tanto para os volumes que entram no sistema (em embalagens desqualificadas), como os volumes formados em caixas KLT, considerar sempre 50 unidades po ciclo;
- Considerar para formação do Boneco: 5 caixas KLT formam 1 paleta; 30 paletes formam 1 boneco, logo 150 caixas é o valor máximo de transporte;
- Em 20 minutos formam-se 10 paletes, portanto (conforme Tabela 1- Processo 4), forma-se um boneco a cada 60 minutos;
- A cada 120 minutos um Carreta Sider está disponível para seguir viagem rumo à MONTADORA Y.

Adequação do processo no Software de Simulação.

* Considerar tempos em minutos

Após adequação dos dados obtidos, de acordo com o Modelo Conceitual, o Software apresentou a operação de Cross- Docking da seguinte forma:

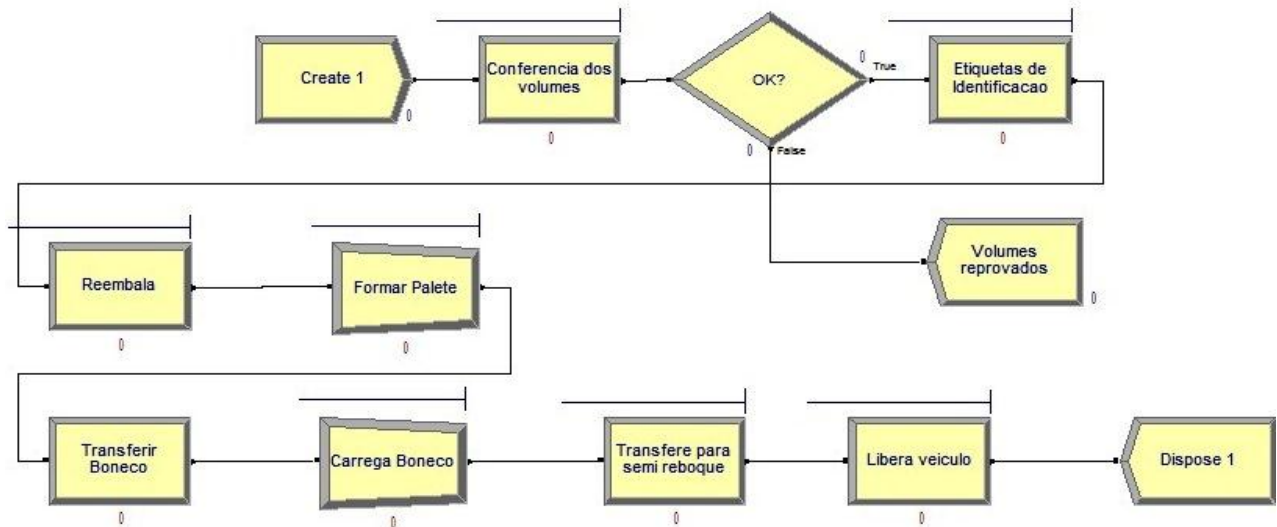


FIGURA 4 – Estrutura do Modelo Computacional Válido. Elaborado pelos próprios autores.

Considerações Finais.

Com a programação do sistema em simular durante 1 hora corrida, foi possível perceber variações de gargalo nas diferentes fases do processo. As saturações surgiram ao passo que o tempo passava, de tal forma que o gargalo iniciava-se nos primeiros processos e, posteriormente, passaram a ficar presentes nos processos medianos.

É possível observar que o processo é mais dinâmico até o Bloco “Transferir Boneco”, já que o processo de juntar 30 paletes, no Bloco “Carregar Boneco” exige mais de uma hora para ser consolidado. Desta forma, compreende-se que o sistema se desenvolve em duas fases: A primeira até o ponto de consolidar as cargas no boneco, e a outra no momento de transferir esta carga consolidada ao veículo Carreta Sider. Ou seja, o primeiro período se mostra mais dinâmico, apresentando gargalos hora no começo e hora no fim, e o segundo momento retrata um processo mais moroso, pois acontece de 2 em 2 horas (intervalo de saída do veículo) mais o tempo de formação do Boneco.

Como o software oferece um ambiente totalmente experimental, é possível que as variáveis de tempo e processos possam ser substituídas ou adicionadas, fazendo um incremento quanto às diferentes possibilidades de fluxo da operação de Cross- Docking. Na segunda fase deste processo, já identificada, há a possibilidade de processo de viagem rumo à MONTADORA Y tornar-se extremamente ocioso, já que, fora o intervalo de saída de 2 horas, existe todo o tempo da primeira fase. Portanto, se diminuirmos o tamanho do Boneco, de uma lotação de 30 paletes, para uma lotação entre 15 e 20 paletes, e também o intervalo de saída dos veículos para 40 minutos, poderemos efetuar a viagem com um veículo menor, como um Truck Sider, tornando o processo mais dinâmico, eliminando a ociosidade e garantindo que as peças estejam em intervalos menores na MONTADORA Y.

Portanto, conclui-se que quanto menor o veículo a ser consolidado, tendo suas dimensões representadas pelo Boneco, menor será o tempo de saída do sistema e, conseqüentemente, atendimento ao cliente MONTADORA Y. Em outras palavras, o Bloco “Carregar Boneco” e “Liberar Veículo” mostraram-se as variáveis do sistema, sendo que sua manipulação trará a característica de dinamismo na operação de Cross- Docking de 3º Nível.

Agradecimentos

Agradeço aos meus orientadores. Àqueles que, através desta obra, e junto a mim, se dedicaram para que esta obra fosse mais uma em adição às outras, com o propósito de pingar uma gota ao vasto mar do conhecimento. Dedico aos estudantes, professores e pesquisadores, enfim, aos homens e mulheres criadores de conhecimento.

Referências Bibliográficas

Ballou, R.H., (1987), "*Basic Business Logistics (2. ed)*", United States: Prentice-Hall INC.

CHWIF, L. (1999), "*Redução de Modelos de Simulação de Eventos Discretos na sua Concepção: Uma Abordagem Casual*", Tese de Doutorado, Área de Mecatrônica, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

FERREIRA, F. F. de, BRAGHIROLI, L.F., ALBANO, J. F., PASA, G. S. (2008), "*Projetos de Terminais Intermodais de Cargas: Um Método Utilizando Ferramentas de Simulação*", Laboratório de Sistemas de Transporte, Laboratório de Otimização de Produtos e Processos, Rio Grande do Sul, p. 6-12.

JULIA, A. F., BOTTER, R. C., (2010), "*Desenvolvimento de um Modelo de Simulação para Dimensionamento de um Sistema Integrado Pátio-Porto na Cadeia do Minério de Ferro*", Escola Politécnica da USP, São Paulo, p. 4-5.

Contato

Pedro Roquini
Tecnólogo em Logística e Transportes
Rua Evaristo Rodrigues de Arruda, 67 – Guarulhos, SP.
Tel: (11) 2087-2107/ Cel: (11) 6810-9259
pedro.roquini@fatec.sp.gov.br