

SIMULAÇÃO DO RETORNO DE ROTA DOS CAMINHÕES

ANA CAROLINA RIBEIRO PEREIRA (FATEC BEBEDOURO)

ana.pereira93@fatec.sp.gov.br

BEATRIZ FAVARO ZANATTA (FATEC BEBEDOURO)

beatriz.zanatta@fatec.sp.gov.br

Orientador

RHADLER HERCULANI (FATEC BEBEDOURO)

rhadler.herculani@fatecbb.edu.br

RESUMO

Neste artigo, foi estudado a utilização de *software* de simulação para verificação de produtividade e tempo de fila no procedimento de retorno de rota de uma empresa de distribuição de bebidas. O objetivo desse estudo é de simular os processos de chegada, conferência e descarregamento dos caminhões de uma empresa transportadora, através do simulador Arena, podendo realizar análises minuciosas de cada etapa que compõe esses passos e realizando assim as devidas alterações para que ocorra evolução dos procedimentos iniciais. A teoria demonstrou como é feita a modelagem no *software* e as análises de dados. A metodologia seguiu uma pesquisa bibliográfica, descritiva e de caráter quantitativo. Também foi utilizado o estudo de caso de uma empresa real, onde foi coletado dados de tempos para o cálculo das estatísticas que alimentam o modelo de simulação do Arena. Através da simulação, foi possível identificar o aproveitamento dos operadores de cada etapa e evidenciar que tal empresa já estava dentro dos padrões de excelência operacional que buscava, otimizando tempo, o que é alvo de busca constante na atualidade. Conclui-se que a empresa estudada atinge os padrões de excelência operacional procurados por ela, não havendo necessidade urgente de melhoria em nenhuma etapa de seu procedimento de retorno de rota.

PALAVRAS-CHAVE: Simulação; Melhoria; Distribuição.

ABSTRACT

In this article, the utilization of a simulation software was studied to verify the productivity and queue time in the route-return process of a beverage distribution company. The objective of this study is to simulate the arrival, cargo-checking and unloading processes of a transportation company through Arena Simulation, being able to have thorough analysis of each part that composes these steps and, by doing so, making the needed changes so that evolution of the initial processes may happen. The theory showed how modeling is made in the software and the data analysis. Methodology followed described and quantitative in nature bibliographic research. A case-study from a real company was also used, were the time data for statistics calculus that fed Arena's simulation model was collected. Through simulation, it was possible to identify the usage of operators in each step and show that said company was in the standard of operational excellence that it sought, optimizing time, which is a constant goal nowadays. In conclusion, the researched company reaches the operational excellence standards that it sought, not needing urgent need of improvement in any of its route-return steps.

Keywords: Simulation; Improvement; Distribution.

1. INTRODUÇÃO

O processo de retorno de rota, conferência de carga e descarregamento de caminhões de entrega é fundamental em empresas do ramo de distribuição e revenda de produtos e, portanto, deve ser estudado e passar por constante aprimoramento, a fim de agilizar os processos logísticos que dependem de sua realização para acontecerem.

Tendo em vista tamanha importância, é necessário que busquemos a melhor forma de melhoria possível, que atualmente é a utilização de *softwares*, já que estes utilizam de algoritmos e estatísticas para prever todos os cenários possíveis, sendo úteis para traçar planos de melhoria contínua na área estudada.

Essa pesquisa utilizará o *software* Arena de simulação, para entender como ocorrem os processos descritos anteriormente no contexto de uma empresa de distribuição de cargas do ramo alimentício, entendendo onde ocorrem gargalos ou acúmulos de tempo e evidenciando possibilidades de aperfeiçoamento dos processos já existentes.

Nesse estudo o objetivo é de simular os processos de chegada, conferência e descarregamento dos caminhões de entrega de tal empresa, podendo realizar análises minuciosas de cada etapa que compõe esses passos e realizando assim as devidas alterações para que ocorra evolução dos procedimentos iniciais.

Em circunstâncias onde a excelência operacional é o foco principal e o tempo é considerado lucro, a utilização de um *software* como o Arena deixa de ser opcional e torna-se quase que obrigatória para o sucesso de uma empresa que busca aprimorar-se e evoluir de acordo com as tecnologias disponíveis.

2. EMBASAMENTO TEÓRICO

2.1 Histórico da simulação

O uso de sistemas de simulação nas áreas da engenharia, produção e logística vem sendo difundido, pelo menos, desde a década de 1970, quando o assunto de Logística Integrada começou a ser abordado pelo mundo.

O *software* utilizado neste estudo, como mencionado anteriormente, será o Arena, desenvolvido pela *Rockwell Automation*®, fundada em 1901, por Lynde Bradley, inicialmente focando na melhoria da qualidade da fabricação de motores elétricos. Em 1903, juntamente do Dr. Stanton Allen, eles começam a *Compress Rheostat Company*, que muda de nome em 1909, sendo agora chamada *Allen-Bradley*® *Company*. A empresa foi participante ativa nas Primeira e Segunda Guerras Mundiais, principalmente na fabricação bélica. Após grandes contribuições também na Guerra Fria e na Corrida Espacial, sendo uma empresa parceira da Administração Nacional de Aeronáutica e Espaço (*NASA*, do inglês *National Aeronautics and Space Administration*), foi comprada pela *Rockwell Automation*® em 1985. A partir da década de 1990, o foco da *Rockwell* tornou-se a automação e melhoria de processos com utilização da tecnologia (ROCKWELL AUTOMATION, 2024a).

A compatibilidade do sistema é ampla, podendo funcionar normalmente com os seguintes sistemas operacionais: *MS Windows 10*, *MS Windows 7*, e possui versões de 32 e 64 *bits*, para serem instaladas de acordo com as necessidades da máquina que será utilizada (ROCKWELL AUTOMATION, 2024b).

2.2 O *software* Arena

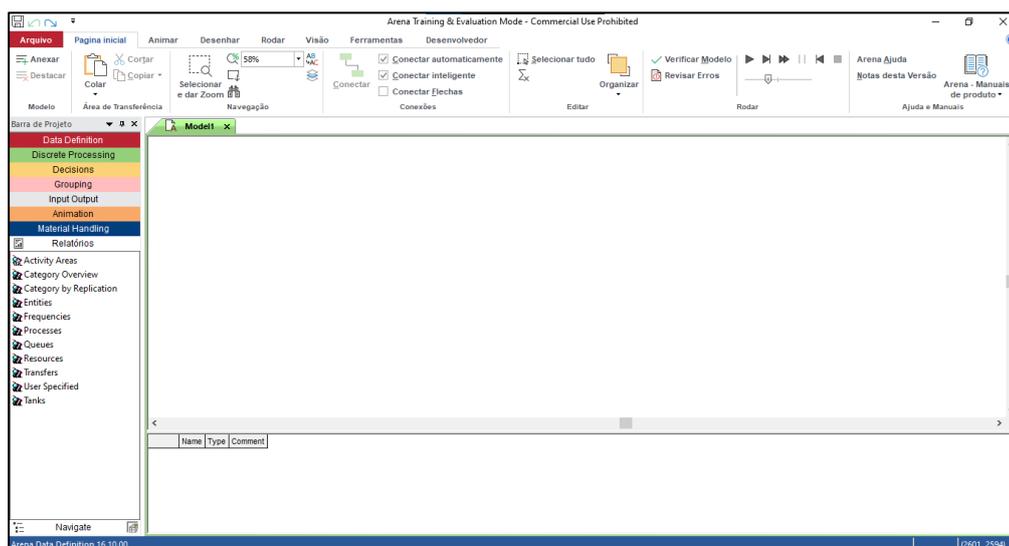
A simulação por *softwares* nada mais é do que criar uma cópia de um cenário real no sistema desejado, introduzindo informações e condições idênticas à realidade, com a diferença

de que se pode alterar todas as informações para atingimento dos resultados necessários durante a simulação, sem precisar realizar mudanças reais, sendo possível testar infinitas possibilidades de melhoria, até que o resultado ideal seja atingido (PRADO, 2014).

O *software* possui diversas abas para inserção de informações da simulação, sendo as principais: *Data definition*, onde são definidas as entidades do processo simulado, *Discrete processing*, onde encontram-se os campos mais utilizados: *Create*, que representa o início, *Process*, que é representa os processos a serem observados, e *Dispose*, a saída ou fim da simulação. Na aba *Decisions*, encontra-se o campo *Decide*, utilizado quando há necessidade de decisão, podendo ser configurado das seguintes formas: *2-way by chance*, que gera dois caminhos de acordo com a porcentagem definida nas configurações, *2-way by condition*, que gera dois caminhos de acordo com condições especificadas nas configurações, *N-way by chance* gera três ou mais caminhos de acordo com a porcentagem definida e *N-way by condition* gera três ou mais caminhos de acordo com condições especificadas nas configurações.

Depois de terminada a operação, são gerados relatórios, dentre eles, os mais importantes são: *queues*, que mostra o tempo médio e a quantidade de entidades em fila de espera, e, também: *resources*, nele são obtidas informações sobre a utilização dos recursos (humanos ou, em certos casos, robôs) presentes em cada processo existente. Com base nesses dados é possível determinar a produtividade e aproveitamento dos operadores de toda cadeia.

Figura 1 - Página Inicial do Arena



Fonte: Elaborado pelos autores

2.3 Input Analyzer

Uma ferramenta como Arena necessita de um apoio para análise dos dados que serão inseridos. Isso se tornou possível graças ao Input Analyzer, como explica Prado (2014, p.30) “o Input Analyzer permite analisar dados reais do funcionamento do processo e escolher a melhor distribuição estatística que se aplica a eles. Essa distribuição pode ser incorporada diretamente ao modelo”.

Os tempos foram extraídos para bloco de notas (arquivo tipo “.txt”), e abertos na aba Input Analyzer, gerando os histogramas seguintes para análise através do simulador (conforme pode-se ver nas figuras 4 à 7).

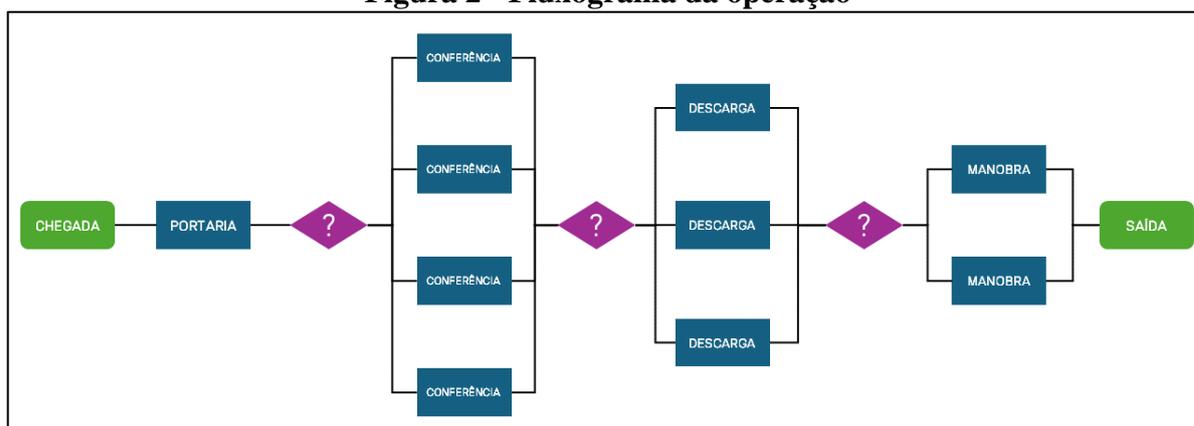
3. ESTUDO DE CASO

3.1 Metodologia

A metodologia para este estudo se deu através de extensa pesquisa bibliográfica sobre a utilização de simuladores na logística, pesquisa histórica do *software* utilizado, pesquisa descritiva sobre o funcionamento da ferramenta e pesquisa de caráter quantitativo para obtenção dos tempos de cada etapa, sendo estes obtidos através de estimativas de operadores com anos de experiência na área, com conhecimento amplo sobre as operações realizadas, e cronometragem de tempos.

A operação simulada neste artigo ocorre da seguinte maneira: o veículo chega na portaria da empresa, que funciona em turnos de 12h, onde ocorre a etiquetagem dos caminhões, processo que leva entre 0,5 e 1,5 minutos. Após, os veículos se dirigem a uma das quatro áreas de conferência de carga, onde operam os conferentes que verificam as cargas, processo que pode levar de 5 a 15 minutos, variando de acordo com o número de baias. Após a conferência, os veículos se dirigem a uma das três áreas de descarga, onde trabalham três operadores de empilhadeira, que descarregam o veículo entre 10 e 20 minutos, também variando de acordo com o número de baias e a forma como a carga está unitizada. Por fim, ocorre o processo de manobra, que dura entre 5 e 9 minutos, com dois operadores que deslocam os veículos para o estacionamento, local onde ficam até o momento de carregamento para a distribuição no dia seguinte.

Figura 2 - Fluxograma da operação



Fonte: Elaborado pelos autores

3.2 Estudo de Caso

O estudo de caso realizado é o processo de chegada, entrada na portaria, conferência, descarga e manobra de veículos (72 caminhões com número variado de baias, 3 a 7) de uma empresa de comércio e distribuição de bebidas com logística própria, localizada na cidade de Bebedouro, fundada em 2018.

Foram coletados os tempos da frota total da empresa em cada uma das etapas do processo de retorno de rota, conforme demonstrado nos quadros 1 a 4.

No quadro 1, tem-se os tempos que formarão a figura 4, após serem inseridos e analisados pelo Input Analyzer.

Quadro 1 - Tempos de permanência dos 72 veículos na portaria

Portaria (em min)							
1.12	0.82	0.82	0.84	1.07	1.10	1.05	1.27
0.68	0.68	0.98	0.69	0.88	0.70	0.92	1.07
1.40	1.27	0.65	1.03	0.68	0.50	0.55	0.88
1.02	1.27	1.42	1.37	0.55	1.05	0.65	0.68
1.37	1.25	0.53	0.57	0.80	1.40	0.54	1.23
0.62	1.47	0.77	1.32	1.12	1.18	0.73	1.11
1.18	0.57	0.60	1.10	1.37	1.37	1.20	1.80
1.32	1.32	0.67	1.18	0.53	1.03	1.00	1.05
1.27	1.10	1.15	1.32	1.38	0.75	0.91	1.71

Fonte: Elaborado pelos autores

No quadro 2, pode-se observar os tempos que formarão a figura 5, após inserção e análise pelo Input Analyzer.

Quadro 2 - Tempos de conferência dos veículos

Conferência (em min)							
11	15	12	10	10	10	11	11
15	10	15	10	11	13	9	7
11	13	12	13	14	12	6	14
15	14	13	14	10	14	15	5
12	12	15	14	10	5	13	8
11	13	15	15	14	9	10	12
13	11	14	12	14	14	8	15
13	11	11	15	14	12	9	8
11	10	11	13	13	7	13	10

Fonte: Elaborado pelos autores

Observa-se ainda, no quadro 3, os tempos que formarão o histograma apresentado na figura 6, após serem inseridos e analisados pelo Input Analyzer.

Quadro 3 - Tempos de Descarregamento dos veículos

Descarregamento (em min)							
15	16	17	19	16	19	17	19
11	19	18	16	13	13	20	17
12	18	10	20	11	13	19	20
10	19	20	18	17	20	17	15
20	10	20	13	15	19	16	17
19	13	15	17	12	20	16	18
20	18	18	18	18	17	20	16
14	12	19	19	11	15	18	20
18	15	11	19	14	19	17	15

Fonte: Elaborado pelos autores

Finalmente, no quadro 4, são apresentados os tempos que formarão a figura 7, após inseridos e analisados pelo Input Analyzer.

Quadro 4 - Tempos de Manobra dos veículos

Manobra (em min)							
9	9	7	8	8	7	6	8
8	5	9	9	9	7	7	5
5	6	8	8	6	9	6	7
9	9	6	6	8	6	9	8
8	6	6	9	8	5	9	5
6	8	6	5	8	8	9	5
9	9	6	8	5	5	7	9
7	6	6	6	5	6	6	5
5	7	7	7	6	6	8	9

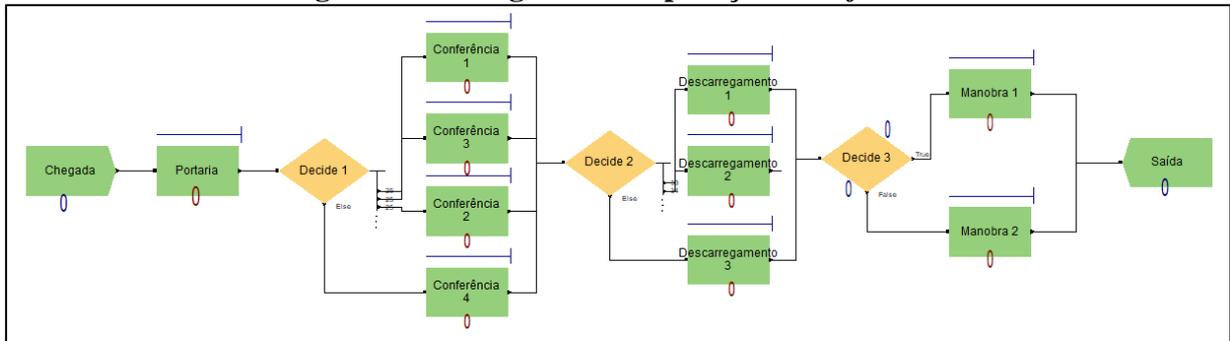
Fonte: Elaborado pelos autores

Os tempos a serem estudados serão, resumidamente: Tempo 1: permanência na portaria; Tempo 2: conferência de carga; Tempo 3: descarga; Tempo 4: manobra.

3.3 Análise Estatística

A montagem do processo do fluxo de caminhões pelo Arena, utilizando os Quadros 1, 2, 3 e 4 obtivemos o seguinte fluxograma conforme na figura 3:

Figura 3 - Fluxograma da operação no software

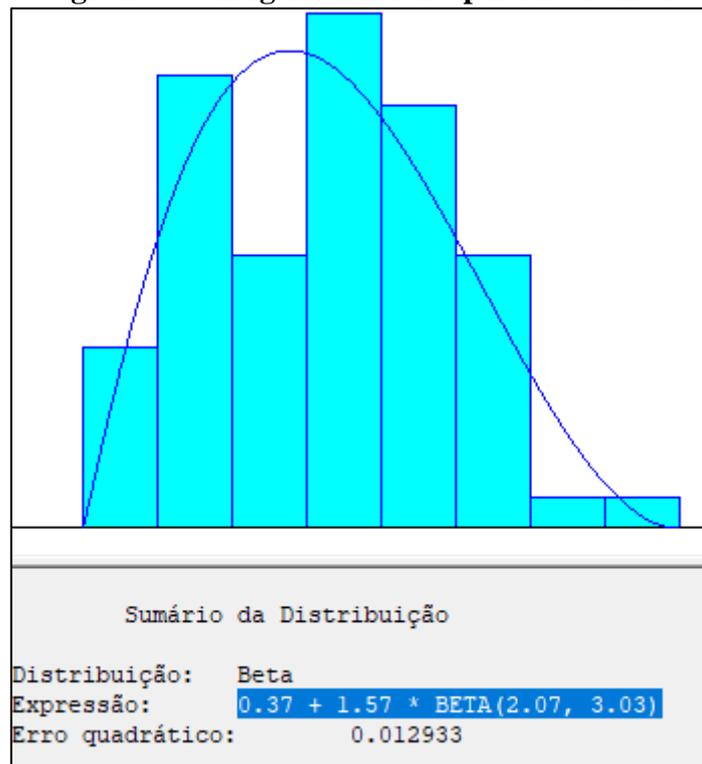


Fonte: Elaborado pelos autores

O fluxograma da operação elaborado diretamente no *software* funciona da seguinte forma: o início da simulação ocorre no campo “chegada”, que está limitado a 72 entradas de veículos, pois é o número total da frota observada.

Após a chegada, ocorre o processo de recebimento dos veículos na portaria, figura 4, onde são etiquetados e liberados para a próxima etapa. Esse processo está representado pela expressão $0.37 + 1.57 * \text{BETA}(2.07, 3.03)$.

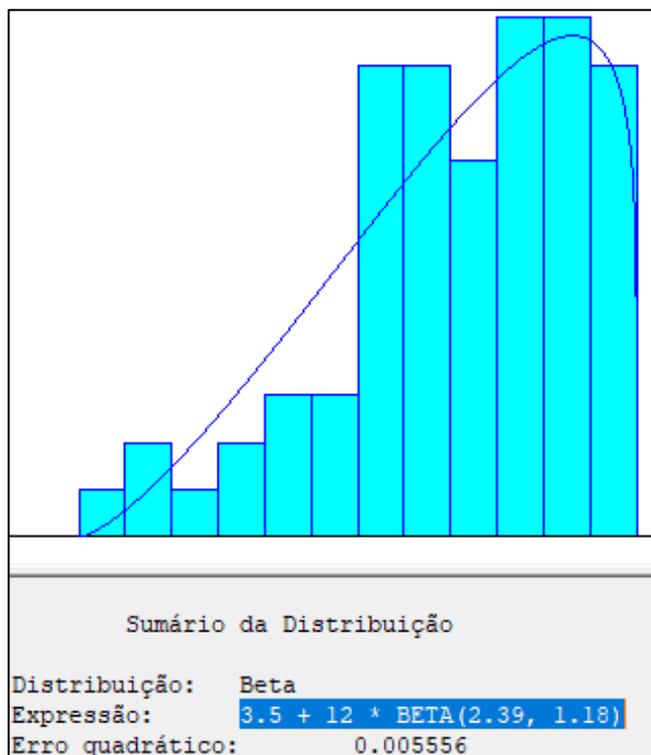
Figura 4 - Histograma dos tempos da Portaria



Fonte: Elaborado pelos autores

Posteriormente ao recebimento, ocorre a conferência dos veículos, figura 5, procedimento que possui quatro operadores em quatro baias diferentes. Os veículos são distribuídos igualmente para cada conferente, de acordo com a disponibilidade. A conferência está representada pela expressão: $3.5 + 12 * \text{BETA}(2.39, 1.18)$.

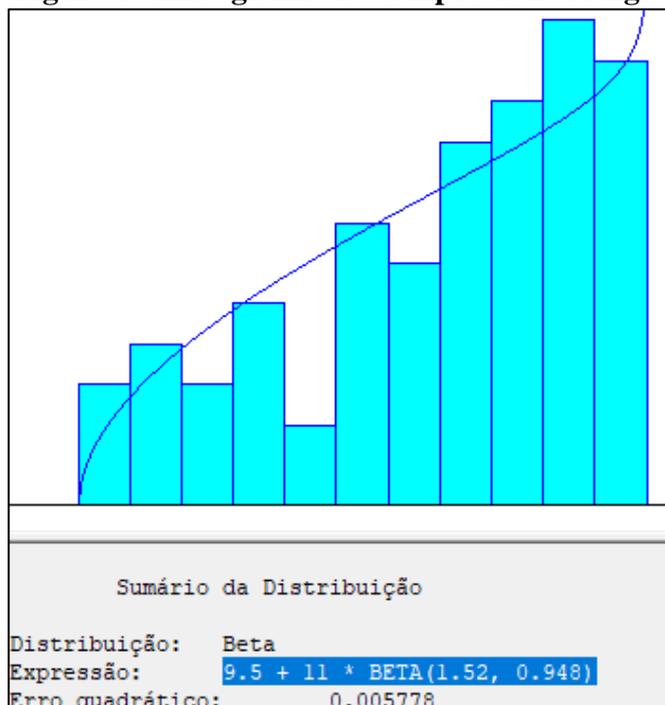
Figura 5 – Histograma dos tempos da Conferência



Fonte: Elaborado pelos autores

Logo após, os caminhões seguem para o descarregamento de forma igual (33% para duas áreas e 34% para uma), processo dividido por três operadores de empilhadeira em três áreas específicas, figura 6. Essa etapa é representada pela expressão BETA a seguir: $9.5 + 11 * BETA(1.52, 0.948)$.

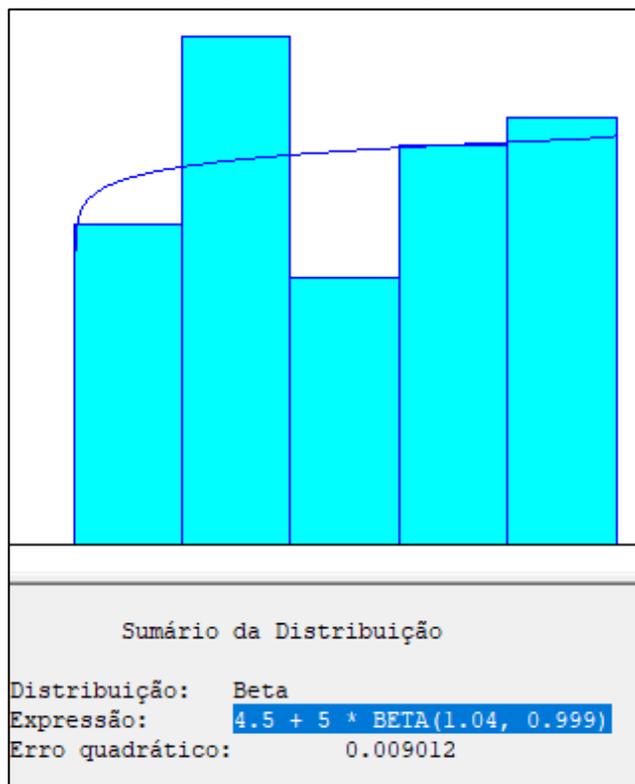
Figura 6 - Histograma dos tempos de Descarga



Fonte: Elaborado pelos autores

Finalmente, dois manobristas assumem o comando dos veículos, também numa divisão igual, onde direcionam a frota para o pátio, compondo o procedimento de manobra, figura 7. O processo segue a expressão $4.5 + 5 * \text{BETA}(1.04, 0.999)$.

Figura 7 - Histograma dos tempos de Manobra

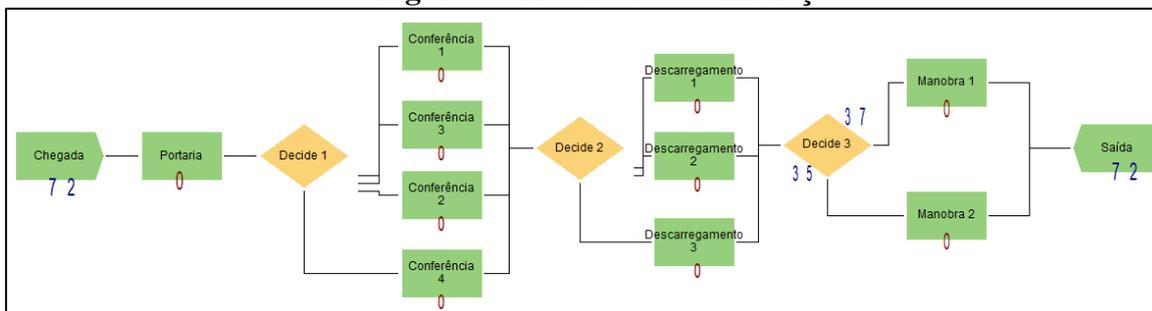


Fonte: Elaborado pelos autores

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a tratativa dos tempos pela ferramenta *Input Analyzer* e da elaboração do fluxograma da operação no Arena, o resultado obtido foi: ao final de um turno de 12h, não houve veículo pendente de atendimento, ou seja, todos foram devidamente etiquetados, conferidos, descarregados e manobrados, figura 8.

Figura 8 - Resultado da simulação



Fonte: Elaborado pelos autores

Ao observar um relatório de filas (*queues*), figura 9, nota-se que, apesar de parecer que os tempos médios de espera em cada processo foram grandes, o número médio de veículos em fila foi baixo, mostrando bom aproveitamento.

Figura 9 - Relatório de filas

Replication 1		Start Time:	0,00	Stop Time:	720,00	Time Units:	Minutes
Queue Detail Summary							
<u>Time</u>							
		<u>Waiting Time</u>					
Conferência 1.Queue		69.77					
Conferência 2.Queue		27.28					
Conferência 3.Queue		76.81					
Conferência 4.Queue		44.17					
Descarregamento 1.Queue		92.79					
Descarregamento 2.Queue		136.02					
Descarregamento 3.Queue		34.33					
Manobra 1.Queue		2.73					
Manobra 2.Queue		3.03					
Portaria.Queue		1.76					
<u>Other</u>							
		<u>Number Waiting</u>					
Conferência 1.Queue		1.94					
Conferência 2.Queue		0.45					
Conferência 3.Queue		2.35					
Conferência 4.Queue		1.10					
Descarregamento 1.Queue		3.48					
Descarregamento 2.Queue		5.10					
Descarregamento 3.Queue		0.86					
Manobra 1.Queue		0.14					
Manobra 2.Queue		0.15					
Portaria.Queue		0.18					

Fonte: Elaborado pelos autores

É possível verificar também, através do relatório de recursos (*resources*), figura 10, que a utilização dos operadores foi ótima, não havendo casos de sobrecarga, ou seja, nenhum operador teve utilização acima de 85%.

Figura 10 - Relatório de recursos

Replication 1		Start Time:	0,00	Stop Time:	720,00	Time Units:	Minutes
Resource Detail Summary							
<u>Usage</u>							
	<u>Inst Util</u>	<u>Num Busy</u>	<u>Num Sched</u>	<u>Num Seized</u>	<u>Sched Util</u>		
Conferente 1	0,33	0,33	1,00	20,00	0,33		
Conferente 2	0,35	0,35	1,00	22,00	0,35		
Conferente 3	0,20	0,20	1,00	12,00	0,20		
Conferente 4	0,28	0,28	1,00	18,00	0,28		
Manobrista 1	0,38	0,38	1,00	37,00	0,38		
Manobrista 2	0,34	0,34	1,00	35,00	0,34		
Operador de Ei	0,59	0,59	1,00	27,00	0,59		
Operador de Ei	0,62	0,62	1,00	27,00	0,62		
Operador de Ei	0,42	0,42	1,00	18,00	0,42		
Vigia	0,10	0,10	1,00	72,00	0,10		

Fonte: Elaborado pelos autores

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso do *software* Arena permitiu simular detalhadamente cada etapa do processo de retorno de rota, desde a chegada dos veículos até a manobra final de posicionamento. Essa capacidade de simulação em cenários complexos, com ajustes em tempo real e análise de variáveis, é essencial para melhorias contínuas.

Os resultados indicaram uma operação eficiente, com atendimento dentro do período de funcionamento. O planejamento adequado das atividades e a gestão dos espaços de trabalho contribuíram para tempos médios de espera aceitáveis. Além disso, a análise de recursos mostrou uma utilização ótima dos operadores.

Considera-se então que a empresa estudada atinge os padrões de excelência operacional procurados por ela, não havendo necessidade urgente de melhoria em nenhuma etapa de seu procedimento de retorno de rota.

REFERÊNCIAS

PRADO, Darci Santos do. **Usando o ARENA em simulação**. 5. ed. rev. Brasil: FALCONI Editora, 2014. 357 p. v. 3. ISBN 978-85-98254-92-0. E-book (357 p.).

ROCKWELL AUTOMATION (EUA). *Our History: Foundation for The Connected Enterprise®*. In: ROCKWELL AUTOMATION (EUA). *Our History: Foundation for The Connected Enterprise®*. EUA: Rockwell Automation, [2024a]. Disponível em: <<https://www.rockwellautomation.com/pt-br/company/about-us/our-history.html>>. Acesso em: 20 abr. 2024.

_____. *Arena Simulation Software: Take the guesswork out of your decision making. Move confidently forward using Arena software*. In: ROCKWELL AUTOMATION (EUA). *Arena Simulation Software: Take the guesswork out of your decision making. Move confidently forward using Arena software*. EUA: Rockwell Automation, [2024b]. Disponível em: <<https://www.rockwellautomation.com/pt-br/company/about-us/our-history.html>>. Acesso em: 20 abr. 2024.

"Os conteúdos expressos no trabalho, bem como sua revisão ortográfica e das normas ABNT são de inteira responsabilidade do(s) autor(es)."