

# A IMPORTÂNCIA DA SIMULAÇÃO EM LOGÍSTICA NO COTIDIANO: ANÁLISE DO PROCESSO DE ABASTECIMENTO E PAGAMENTO EM UM POSTO DE COMBUSTÍVEIS NA CIDADE DE JAÚ-SP

**Carlos Eduardo Salvador** – Fatec Jahu  
cesalvador@gmail.com

**Osni Ribeiro da Silva Junior** – Fatec Jahu  
osni.jr08@hotmail.com

**Prof. Dr. Evandro Antonio Bertoluci** – Fatec Jahu  
evandro.bertoluci@terra.com.br

## RESUMO:

Um dos principais problemas enfrentados, nos dias atuais, pelas empresas, sejam as de produção de bens ou as prestadoras de serviços, são os gargalos produtivos e a formação de filas. Estas filas ou gargalos geralmente ocorrem devido à má organização dos empreendimentos, distribuição dos serviços de forma inadequada ou *layouts* deficientes. Logo, a Simulação em Logística objetiva, com o uso de *softwares*, propor melhorias nos *layouts* e nas estruturas dos processos. Assim, este artigo tem como meta avaliar os benefícios de tal simulação, utilizando-se para isso o *software* ARENA para qualificar o atendimento em um Posto de Combustível, bem como auxiliar na tomada de decisões estratégicas da empresa em questão. Para tal, propôs-se um estudo de caso em uma empresa do ramo acima citada, localizada na cidade de Jaú-SP. Inicialmente foram feitas observações e tabulações da situação atual da empresa e, em seguida, após a análise do modelo atual e do modelo proposto depois da simulação (com o intuito de avaliar as diferenças), foram mostrados os principais benefícios da utilização do *software* ARENA em simulações em logística.

**Palavras-chave:** *Software*; Arena; Simulação; Logística; Gargalo.

## ABSTRACT:

One of the main problems faced by companies in these current days, whether the production of goods or service providers are the production bottlenecks and queuing formations. These queues or bottlenecks often occur due to poor organization of enterprises, the improperly services distribution or disabled layouts. The Simulation in Logistics aims, using softwares, to propose improvements in layouts and structures processes. In this article, we evaluate the benefits of such an application in Logistics Simulation using ARENA software to improve service at a Gas Station and assist in strategic decision making (optimization). In order to do this, we proposed a case study in a fuel company, located in Jau, SP. Firstly, were made observations and tabulations of the current situation of the company. The observation and analysis of the current model and the proposed after the simulation (in order to evaluate the differences) model showed the main benefits of using ARENA simulation software in logistics.

**Keywords:** Software; Arena; Simulation; Logistics; Bottleneck.

## 1. Introdução

Nos dias atuais, com um mercado de produtos e serviços acirrado, competitivo e exigente, a praticidade e rapidez no atendimento se tornaram itens muito importantes para a sobrevivência das empresas, situando-se como ferramentas imprescindíveis para a conquista e manutenção de clientes.

Processos rápidos e de qualidade são diferenciais necessários utilizados pelas empresas para estarem sempre um passo à frente dos concorrentes. Logo, o atendimento aos clientes, com o oferecimento de conforto e comodidades, deixou de ser apenas um diferencial para se tornar um importante item de competitividade.

Gargalos em atendimento, atrasos e mau atendimento, entre outros, tomando como análise, neste caso, os postos de combustíveis, podem se tornar um agravante para a perda de clientes, pois muitos não criam vínculos de fidelidade com tais estabelecimentos devido à espera em filas, etc.

O bom atendimento é de fundamental importância para os postos de serviços, que precisam atender aos clientes de forma adequada e dentro de prazos (tempos) curtos, porém eficazes. Assim, este trabalho busca demonstrar como a utilização do *software* ARENA, ao identificar os gargalos de atendimento, ajuda e direciona para a tomada de decisões na mudança deste cenário, uma vez que a agilidade nos serviços e a qualidade e eficácia dos mesmos proporcionam aos consumidores satisfação, o que os traz de volta sempre ao lugar onde foram bem atendidos.

Desse modo, torna-se necessário às empresas organizarem-se a fim de oferecer um alto nível de serviços e a melhor forma de atendimento que satisfaça aos clientes, evitando gargalos no atendimento.

## 2. Objetivos

O objetivo deste trabalho é demonstrar as finalidades e vantagens na Simulação em Logística a partir do uso *software* ARENA, avaliar simulações de situações reais em um posto de combustíveis na cidade de Jaú-SP, segundo a utilização de tal *software*; identificar as dificuldades da empresa analisada com relação às origens dos gargalos, de forma a perceber quais são seus fundamentos; analisar, estudar, discutir e propor soluções sobre os problemas encontrados a partir da utilização do *software* ARENA.

### **3. Metodologia**

Foi realizado um estudo de caso em um posto de combustíveis na cidade de Jaú-SP, cujo objetivo era verificar eventuais gargalos e suas origens, bem como simular como poderia ser otimizado este serviço, eliminando os gargalos e filas.

Avaliou-se, em primeiro lugar, através de observações e coleta de informações *in loco*, a quantidade de automóveis que chegavam ao posto de combustíveis, as escolhas dos clientes quanto aos tipos de combustíveis a abastecer (álcool ou gasolina – comum ou aditivada) e, uma vez findo o serviço, verificou-se a forma de pagamento (dinheiro ou cartão) escolhida pelos clientes. Os tempos de execução dos serviços foram cronometrados em cada operação individual. Após isso, foi feita uma simulação no *software* ARENA, quando se inseriu os tempos observados. De posse dos resultados obtidos nas simulações feitas pelo *software* – que constatou o que havia sido verificado no local – foram discutidos novos modelos de *layouts* e formas de atendimento, bem como foram produzidas novas simulações, as quais serão apresentadas ao longo deste artigo.

### **4. Revisão bibliográfica**

#### **4.1 Modelagem de sistemas e simulação**

Existem muitas definições para a Modelagem de Sistemas e Simulação. Em regra geral, Modelagem de Sistemas e Simulação tratam da atividade que visa construir modelos, sejam baseados em observação ou em dedução de um sistema considerado ideal, que “imite as respostas do sistema real numa sucessão de eventos que ocorrem ao longo do tempo” (SCHRIBER, 1974 apud FREITAS, 2008). Isto é, baseado em uma situação específica, moldar-se-á um sistema considerado ideal e será avaliado em uma simulação efetuada por um *software* desenvolvido para este fim.

Para uma boa modelagem, torna-se necessário descrever o comportamento atual do sistema observado, estudar as teorias e as hipóteses possíveis, levando-se em consideração as observações feitas e usar esta modelagem para antever um comportamento futuro, posterior, isto é, prever o comportamento do sistema

modelado em decorrência das alterações feitas nos sistemas de modelagem e/ou nos métodos que foram empregados em sua operação (FREITAS, 2008).

Aplicável aos diversos segmentos (administrativo, engenharia, biologia, tecnologia da informação, etc.), a Modelagem de Sistemas e Simulação são cada vez mais aceitas e utilizadas como método eficiente de análise de situações cotidianas por permitir aos analistas um resultado criterioso, o mais próximo possível da realidade e também por possibilitar a rapidez de execução dos estudos. Elas respondem questões como: “O que aconteceria se?”. Suas maiores vantagens estão em ter os resultados obtidos sem análise emotiva dos analistas. Explica-se: o computador não sofre perturbações emocionais, não apresenta “dias ruins”, apenas calcula. Já o ser humano pode tender a se deixar afetar pelas emoções na hora de efetuar alguma avaliação ou simulação (FREITAS, 2008).

Outra vantagem é que a Modelagem de Sistemas e Simulação possibilitam ao analista fazer estudos de situações que ainda não existem, isto é, simular “o que aconteceria se?”, antes que os projetos sejam executados fisicamente, o que evita retrabalhos demorados, grandes gastos financeiros, situações de stress, etc. (FREITAS, 2008).

Seus conceitos e técnicas são de fácil uso, de forma que podem ser feitas por qualquer nível hierárquico: Estratégico (Presidente da empresa, Sócios, Diretores), Tático (Gerentes, Coordenadores) e Operacional (Analistas, Programadores, etc.). Segundo Prado (2009, p.20), “costuma-se dizer que tudo o que pode ser descrito pode ser simulado”.

## **4.2 Teoria das filas e simulação**

O estudo das filas e sua abordagem matemática remontam ao início do Século XX (1908), quando em Copenhague, Dinamarca, A. K. Erlang<sup>1</sup> estudou os problemas de redimensionamento das linhas de centrais telefônicas (PRADO, 2009).

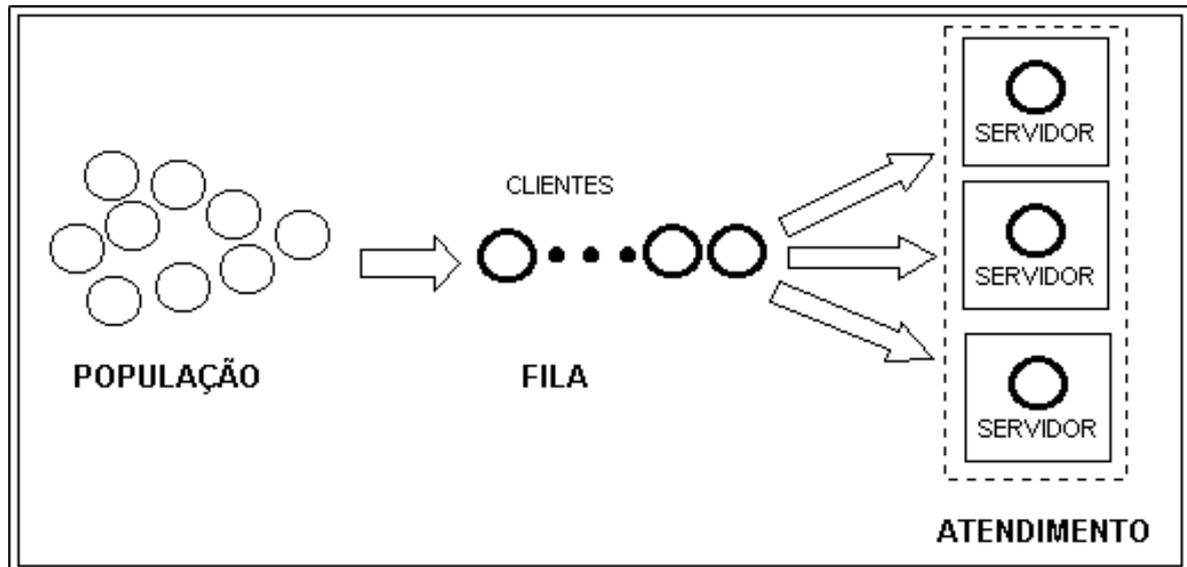
As filas ocorrem quando a demanda por um serviço é maior do que a capacidade do sistema em prover atendimento (figura 1).

A Teoria das Filas é, em suma, “um método analítico que aborda o assunto por meio de fórmulas matemáticas” (PRADO, 2009).

---

<sup>1</sup>Agner Krarup Erlang foi um matemático dinamarquês (1878 – 1929) considerado o pai da Teoria das Filas. Maiores detalhes podem ser obtidos em <<http://www.erlang.com.br/brhistor.asp>>.

Figura 1 – Elementos de uma fila



Fonte: PRADO (2009).

Dentre as razões para que os gerentes de estabelecimentos não aumentem sua capacidade de atendimento estão a inviabilidade econômica, limitação de espaço e sazonalidade na demanda.

Dentre as técnicas conhecidas para o estudo de sistemas das filas, podemos descrever:

- A técnica baseada em modelos analíticos para a análise do sistema;
- A técnica que se utiliza da modelagem computacional representando o sistema em estudo.

Segundo Prado (2009), para o estudo da Teoria das Filas, devem ser considerados indicadores, tendo como referências:

- Tamanho (comprimento e 'entidades') da fila;
- Forma de chegada das entidades;
- Disciplina e comportamento da fila;
- Estrutura oferecida pelo sistema (Demanda x Tempo de Atendimento).

A Teoria das Filas é um dos ramos da Probabilidade e, através de fórmulas e análises matemáticas precisas e mensuráveis, provê modelos que possam demonstrar previamente como será o comportamento de um determinado sistema de serviços onde a demanda cresce aleatoriamente e possibilita o dimensionamento de tal sistema de serviços para satisfazer a demanda com viabilidade econômica, evitando ou minimizando, e muito, desperdícios e gargalos.

### 4.3 Etapas de simulação

A simulação pode ser usada nas mais diversas áreas. É possível fazer uma análise de sistemas sem necessidade de alterar o sistema real, pois todas as mudanças ocorrem apenas no modelo. Trata-se de um estudo de baixo custo já que o trabalho de implementação/otimização de processos e sistemas é testado previamente no computador.

A simulação é utilizada como base para novas estratégias e planos de uma empresa. O gestor que utiliza dessa capacidade tem um grande aliado em mãos.

Desse modo, em um projeto de simulação, devem ser seguidas as etapas citadas abaixo:

- a. Construção do Esquema do Sistema;
- b. Definição dos modelos matemáticos dos componentes;
- c. Definição de Parâmetros;
- d. Execução da Simulação.

### 4.4 Sobre o *software* ARENA

Lançado em 1993 pela empresa americana *Systems Modelling*, é o sucessor de outro *software* de simulação de sistemas, o SIMAM (PRADO, 2004). Foi, assim, criado para atender ao sistema Windows da empresa Microsoft, uma vez que o SIMAM foi desenvolvido para a plataforma IBM. Trata-se de um ambiente gráfico integrado de simulação, onde não são necessários conhecimentos mais profundos em Informática. Não é necessário, por exemplo, escrever os códigos de programação para efetuar a simulação no *software*. Todos os processos de criação dos modelos a serem simulados são feitos de forma intuitiva, integrada, utilizando-se dos processos previamente programados e onde o *mouse* é o periférico do computador mais utilizado.

Contém os recursos necessários para se efetuar a modelagem, desenhos e animação e emite análises estatísticas e dos resultados após o processo de simulação.

Seus conjuntos de módulos são utilizados para simular uma situação real de forma simples, porém bem elaborada.

Para simplificar o processo de construção de modelos, o ARENA usa uma Interface Gráfica para o Usuário (ou GUI – *Graphical User Interface*), que em muito automatiza o processo e reduz a necessidade de teclado, pois o mouse é a ferramenta utilizada. Além de permitir a construção de modelos de simulação, o ARENA possui ainda ferramentas muito úteis: Analisador de dados de entrada (*Input Analyzer*) e Analisador de resultados (*Output Analyzer*) (PRADO, 2004, p. 28).

O Analisador de Entradas (*Input Analyzer*) proporciona ao usuário fazer uma análise do real funcionamento do processo e “escolher a melhor distribuição estatística que se aplica a eles” (PRADO, 2009). Esta distribuição estatística é inserida no sistema a ser simulado no momento da elaboração do modelo em estudo, o que permite manipular uma determinada função e determinar seus coeficientes. Já o Analisador de Saídas (*Output Analyzer*) possibilita ao usuário analisar os dados gerados durante a simulação, em números ou graficamente.

Assim, este simulador visualiza, tal qual a maioria dos *softwares* de simulação, o sistema como um conjunto de estações de trabalho prestando serviços a clientes. Nessas estações de trabalhos, são inseridos dados como “quantidade de operadores”, “tempo de operação”, “tipo de operação”, entre outros.

Pode-se, assim, simular pessoas em um supermercado, na fila de um banco; processos fabris (fabricação de automóveis, móveis, eletrodomésticos, etc.); processamento de documentos em uma repartição (*stations*), entre muitas outras situações, incorporando valores para tempos, distâncias, recursos disponíveis, etc.

Em seu display, também é possível ao operador do sistema inserir janelas como *Date*(data da simulação), *Time*(duração da simulação), Gráficos entre outros (o que permite ao usuário um melhor controle de suas atividades de verificação estatística).

O *software* ARENA fornece relatórios completos sobre as simulações efetuadas.

Neste trabalho, focamo-nos nos 5 principais:

- Tipo de Simulação - o tipo de simulação a ser executada. Pode ser do tipo Aleatória (*Random*), Programação (*Schedule*), Constantes (*Constant*) e Expressão (*Expression*);
- Número de Saída – Número de veículos que saíram após o processo de abastecimento;
- Tempo de Espera – Tempo médio de espera na fila;

- Número de Espera – Tamanho médio da fila;
- Utilização Prevista – A taxa de utilização do serviço.

#### 4.4.1 A tela do *software* ARENA

A tela do *software* ARENA divide-se em três campos:

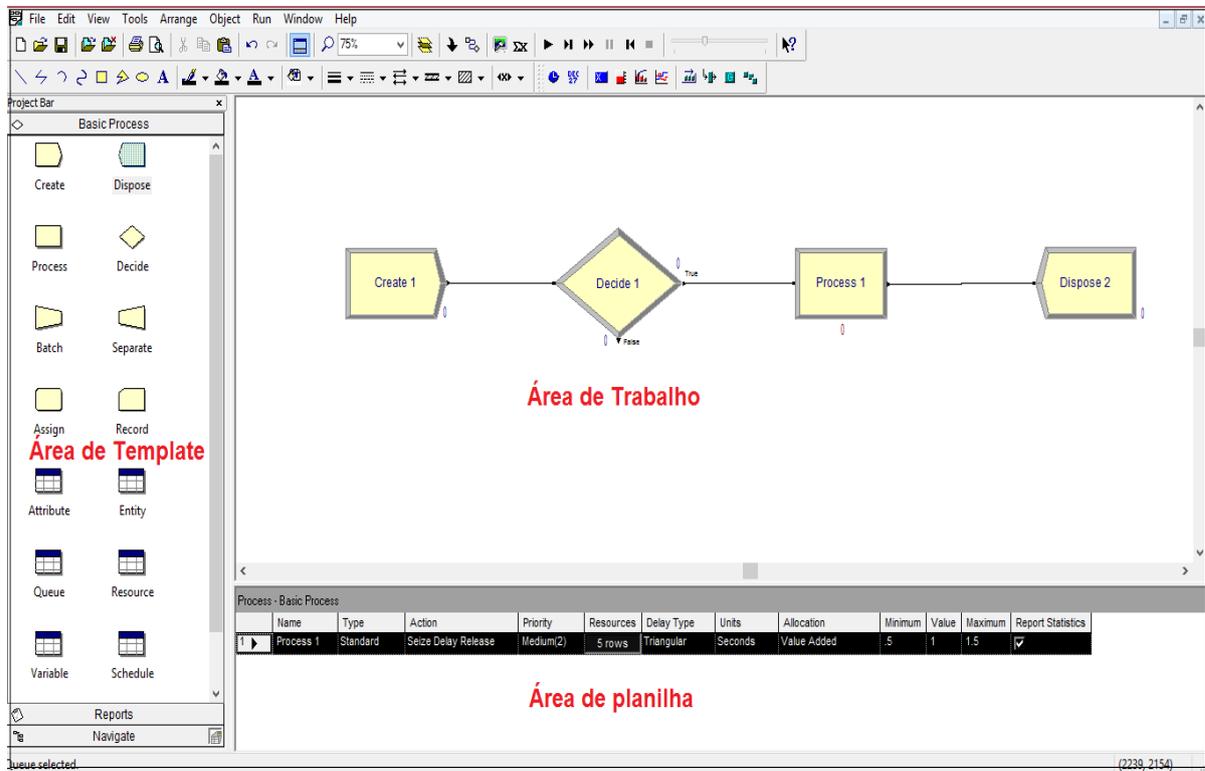
- Área de *Templates*<sup>2</sup>: situada no lado esquerdo da tela, formada por um conjunto de módulos que serão utilizados para a construção do modelo desejado (figura 2);

- Área de Trabalho – local onde serão inseridos os *templates*, é utilizada para a construção dos modelos lógicos (fluxograma) e de animação;

- Área de Planilha: Mostra o conteúdo do bloco da barra de *templates* que está ativado na área de trabalho.

Na figura 2, uma visão geral da tela do *software* Arena e seus três campos de trabalho: Área de *Templates*, Área de Trabalho e Área de Planilha.

Figura 2 – Exemplo de Tela do ARENA



Fonte: Autores (2014).

<sup>2</sup> Templates: gabaritos, modelos. No *software* ARENA refere-se aos ícones utilizados para modular o *layout*.

## 5. Estudo de Caso

Nesta seção, apresentamos e analisamos os dados relativos ao caso estudado, ou seja, a logística de abastecimento e pagamento de um posto de combustíveis localizado no município de Jaú – SP. Logo, descrevemos as etapas de simulação do estudo, o modelo (fluxograma) construído no software Arena, os valores coletados nas observações no local pesquisado e os números gerados nas simulações.

### 5.1 Etapas de simulação e características do local pesquisado

1) *Construção do Esquema do Sistema*: utilizando-se da observação e anotações efetuadas previamente em um posto de combustíveis da cidade de Jaú – SP, de posse de todos os dados levantados, foi construído o modelo do sistema.

2) *Definição dos modelos matemáticos dos componentes*: definiu-se o nível de complexidade de cada um dos modelos observados. Durante a observação, feitas em dias e horários distintos, foram verificados quais veículos que ao chegar ao posto, abasteciam com Álcool (Álcool) ou Gasolina (tipo comum ou aditivada) e a forma de pagamento pretendida (dinheiro ou cartão). Os tempos de cada veículo, que adentrava ao posto de combustíveis para abastecer, foram cronometrados.

3) *Definição de Parâmetros*: Uma vez concluídas as etapas anteriores, e feita a simulação no *software* ARENA com a situação atual do Posto de Combustíveis, de posse do relatório obtido, foram feitas novas simulações e avaliações de parametrizações que seriam viáveis no atendimento. Uma vez notado que o gargalo (geração de filas) era causado principalmente na hora do pagamento do combustível, definiu-se estudar as variáveis com o aumento e/ou modificação nas formas de cobrar o serviço/produto (abastecimento/gasolina).

4) *Execução da Simulação*: De caráter apenas teórico, este estudo de caso se propôs a avaliar a situação, simular novas parametrizações e relatar uma conclusão, uma vez que ainda não foi aplicado na realidade. Todavia, foi observado, ser possível concluir que, com a ajuda e utilização de um sistema de simulação como o ARENA melhorias significativas podem ser obtidas na prática.

Este trabalho se propôs a pesquisar, simular e avaliar as operações de um posto de combustíveis da cidade de Jaú. Neste posto, é recorrente a formação de

filas e gargalos no atendimento e se buscou averiguar as razões de tais problemas ocorrerem.

A priori, verificou-se o *layout* do posto de combustíveis, bem como a forma de atendimento, que foram considerados dentro do padrão comumente utilizado pelas empresas.

Observou-se também que, dentre os clientes que chegavam ao posto de combustíveis, alguns abasteciam com álcool enquanto outros optavam por gasolina. Os clientes que optavam por álcool perfizeram, nas análises, 45% do total de clientes que abasteceram em tal estabelecimento nos dias verificados. Dos 55% que optaram por gasolina, 80% optou por gasolina do tipo comum contra 20% que optou pela gasolina aditivada.

O posto de combustíveis possui atualmente duas bombas para abastecimento com álcool e 4 bombas para abastecimento com gasolina, sendo três bombas para gasolina do tipo comum e uma bomba para gasolina aditivada.

Os atendimentos se deram num tempo médio de 81,67 segundos (tempo de chegada, decisão sobre o tipo de combustíveis e espera na respectiva fila, conforme observação). Para o pagamento, o tempo foi de 32,06 segundos para dinheiro e entre 180 a 300 segundos para pagamentos em cartão (pois foi notada a necessidade do motorista sair do automóvel e se dirigir ao caixa para a efetivação do valor a ser pago. Quanto aos pagamentos em dinheiro, estes eram feitos diretamente com o frentista, não havendo necessidade de paradas e locomoção do cliente, o que tornava o processo mais rápido).

Os dados foram coletados em dias e horários distintos: No dia 15/07/2014, a coleta das informações se deu das 11h às 13h; já nos dias 21/07/2014 e 23/07/2014, esta foi executada no período da tarde, das 17h às 19h. Os dados tabulados resultaram em um tempo médio de chegada de automóveis ao posto para abastecimento a cada 93,33 segundos. Ressalte-se que esses dias de observação corresponderam a dias comuns de trabalho do posto de combustíveis, não tendo sido feita a avaliação em dias de maiores movimentos, como vésperas de feriado ou vésperas de final de semana.

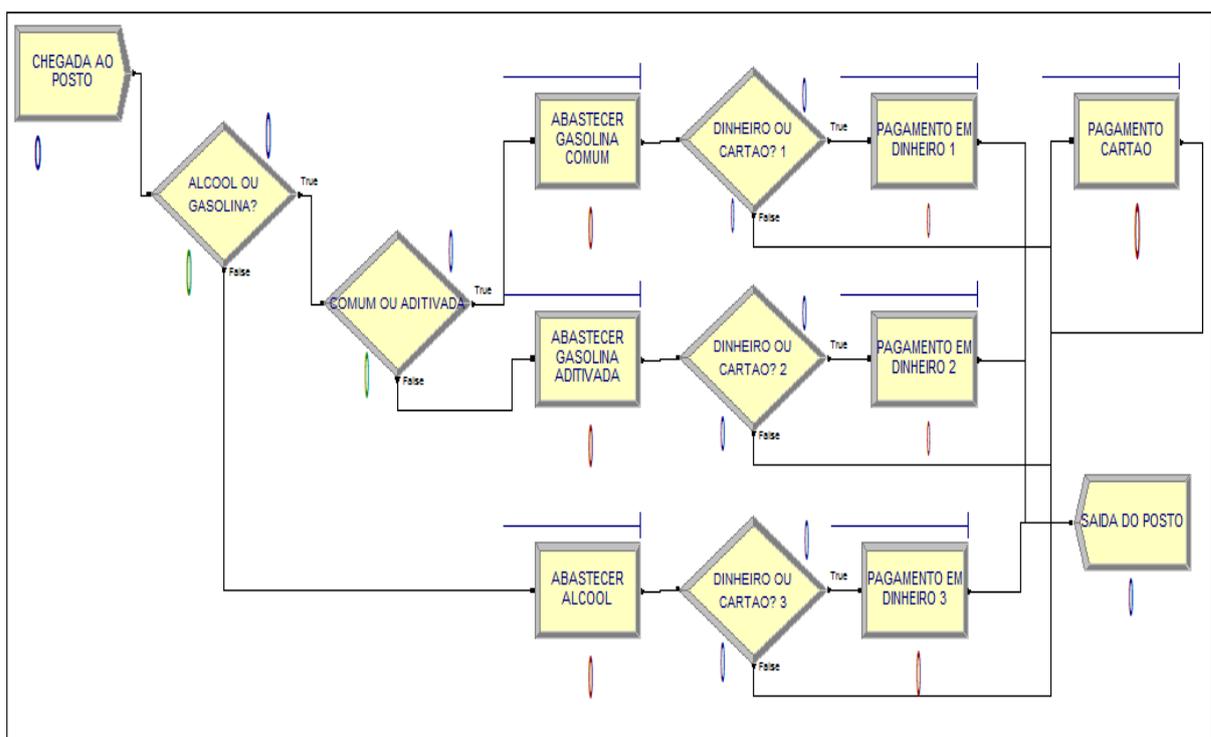
Considerando o tempo de chegada de um novo veículo para abastecer como sendo menor que o tempo de atendimento e tempo de pagamento somados (113,73 segundos no total quando efetuavam o pagamento em dinheiro, e 270 a 390

segundos quando efetuavam o pagamento em cartão de débito ou crédito), estava havendo gargalos e conseqüentemente formação de fila.

## 5.2 Dados para as simulações, modelos construídos e cenários analisados

Para a simulação, foram simulados 86.400 segundos (24 horas), e o modelo desta primeira simulação ficou como apresentado na figura 3:

Figura 3 – Modelo do *Software* ARENA: simulação do atendimento inicial



Fonte: Autores (2014).

O modelo acima representa as seguintes atividades observadas no posto:

Primeiro, decidiu-se o tipo de simulação: ficou definida a chegada com distribuição exponencial *Random* (aleatória) em tempos de 45 segundos.

Os clientes chegam ao posto de combustíveis (bloco denominado “Chegada ao posto”) e decidem qual tipo de combustíveis irão abastecer (representado na figura pelo bloco denominado “Álcool ou Gasolina”).

Os que optam por álcool dirigem-se para as respectivas bombas e aguardam sua vez no atendimento. Os que optam por gasolina estão representados no bloco “Normal ou Aditivada”.

No bloco “Abastecer Gasolina Comum”, foram inseridas, para simulação, três bombas de abastecimento, conforme verificado no posto de combustíveis, tempo de atendimento triangular com três funcionários e tempos de atendimento de cada estação, sendo o mínimo de 40 segundos, o médio de 90 segundos e 120 segundos como tempo máximo (tais tempos foram observados durante a avaliação no local).

No bloco “Abastecer Gasolina Aditivada”, foi inserida uma bomba e tempo de atendimento triangular com um funcionário, com o tempo mínimo de 40 segundos, médio de 90 segundos e 120 segundos como tempo máximo.

No bloco “Abastecer Álcool”, foram inseridas duas bombas de abastecimento com dois funcionários e tempo de atendimento triangular mínimo de 40 segundos, médio de 90 segundos e 120 segundos como tempo máximo.

Nos três blocos “Dinheiro ou Cartão”, da sequência, foram inseridos valores como Dinheiro (70%) e Cartão – Débito ou Crédito (30%), conforme apurado nas análises.

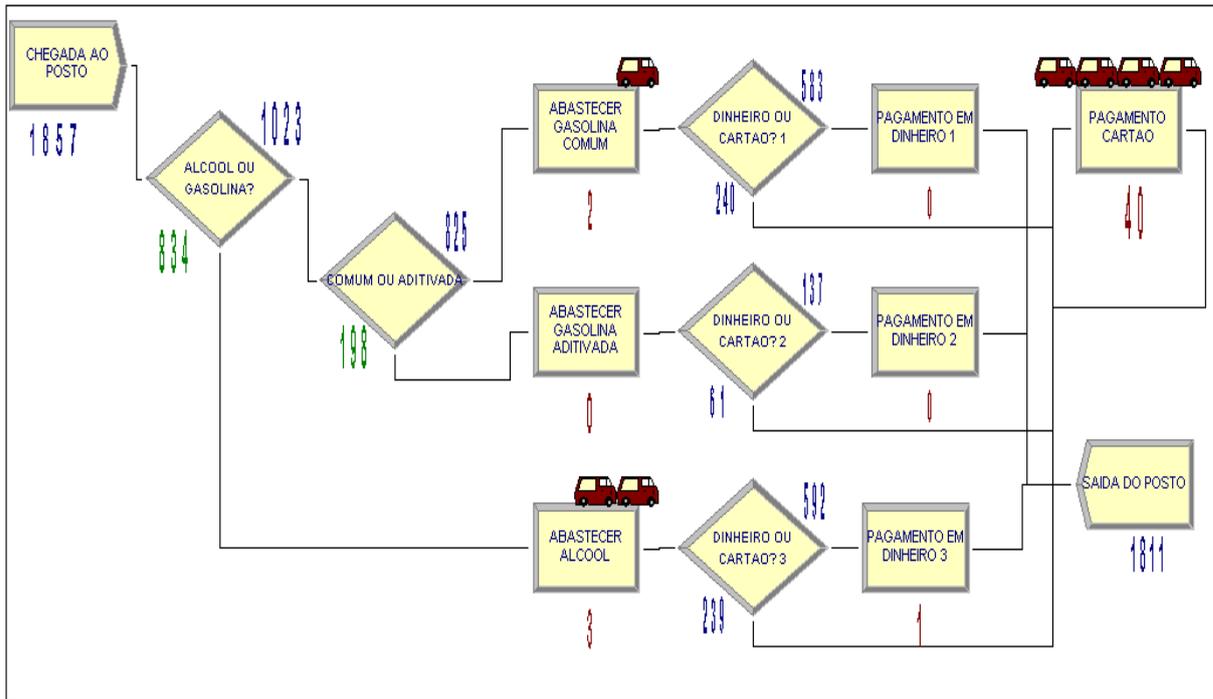
Uma vez abastecidos e decidida a forma de pagamento, seguem para o bloco “Pagamento em Dinheiro” (sequenciais aos blocos anteriores) com valores triangulares: mínimo de 10 segundos, médio de 30 segundos e máximo de 60 segundos, com um funcionário por bloco. No caso de pagamento em Cartão, o *software* ARENA recebeu instrução para simular o “Pagamento em Cartão”, com um funcionário (um caixa, conforme verificado no posto de combustíveis deste estudo) e tempo triangular (mínimo) de 70 segundos, 150 segundos (médio) e 300 segundos (máximo).

Após esta sequência, os veículos saem do posto de combustíveis, representados pelo *template* Saída.

No cenário real observado e inserido no *software* para simulação, entraram no sistema 1.857 veículos e saíram 1.811, ou seja, em 24 horas da simulação, 46 veículos enfrentavam fila, sendo que 6 veículos estavam em processo de abastecimento/movimento dentro do posto de combustíveis, e 40 veículos encontravam-se na fila de espera no caixa do posto de combustíveis (figura 4).

O relatório do ARENA apontou que neste ponto (Pagamento em Cartão) a utilização prevista do ponto estava em 99,45% da efetividade, ou seja, trabalhando no limite. Problemas como queda de energia, queda de conexão ou ausência de funcionário aumentariam exponencialmente o gargalo. Nos demais processos, a efetividade dos processos mostrou-se dentro de uma normalidade aceitável.

Figura 4 – Simulação e verificação do gargalo



Fonte: Autores (2014).

Após observado no *software* ARENA o ponto de gargalo (pagamento em cartão de débito ou crédito), simulou-se uma forma de atendimento buscando sanar este problema: a hora dos clientes efetuarem os pagamentos.

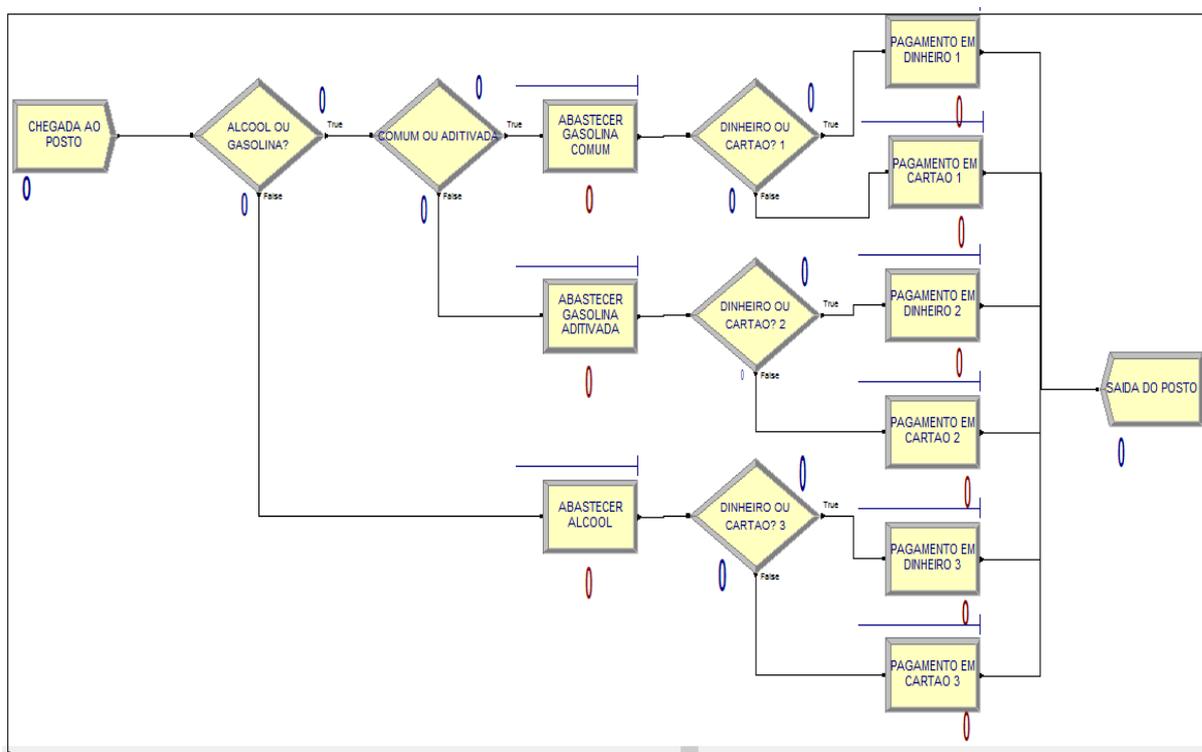
Quando o pagamento se dava em dinheiro, isto era feito diretamente aos frentistas, operação que levava em média 30 segundos.

Quando optavam pelo pagamento em cartão (crédito ou débito), os clientes tinham que sair dos veículos, dirigir-se ao caixa, efetuar o pagamento e retornar ao veículo. Esta operação levava em média 300 segundos (mínimo de 290 segundos e máximo de 336 segundos) e mostrou ser o principal motivo da formação de filas.

Sugeriu-se que fossem disponibilizadas mais máquinas para recebimento em cartão, as quais seriam entregues diretamente aos frentistas, que efetuariam o recebimento diretamente nos veículos, não havendo necessidade da saída dos clientes de seus automóveis.

Elaborou-se então, após discussão e análise, no *software*, um novo *layout* acrescentando tais melhorias. Este novo modelo segue as mesmas coordenadas do modelo anterior quanto ao tempo de atendimento nas bombas de combustíveis e quanto ao tipo de análise (triangular), apenas acrescentando as máquinas para recebimento, como pode ser visto na figura 5:

Figura 5 – Modelo de Simulação com disponibilização de máquinas de recebimento



Fonte: Autores (2014).

Após análises, com o acréscimo das máquinas de cartão, usando-se dos mesmos tempos de chegada e atendimento nas bombas de combustíveis, chegou-se aos seguintes valores: entram no sistema 1.934 veículos e saem dele 1.930 veículos, sem formação de filas para o pagamento, apenas filas normais que ocorrem durante o processo.

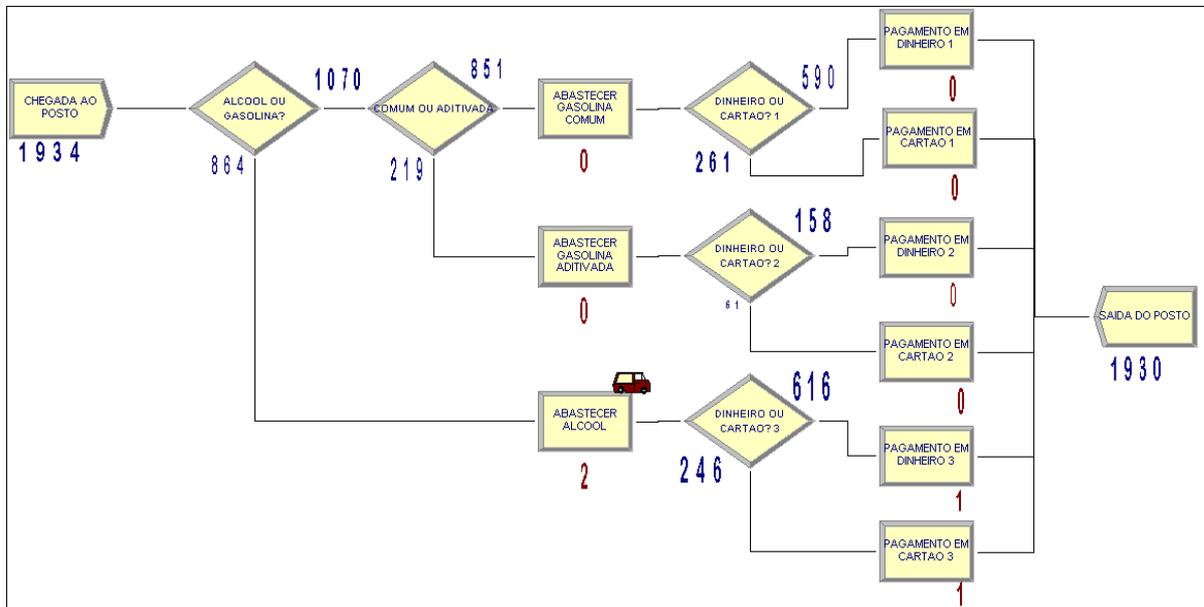
Houve redução nas filas devido à diminuição do tempo no processo de pagamento e também, consequente aumento de veículos no fluxo do processo. A fila que se formava no caixa para pagamento em cartão (débito ou crédito) deixou de existir e a taxa de utilização verificada caiu de 99,45% para 60% em média.

Esta mudança, para a qual seriam necessários pequenos investimentos que implicam na aquisição de 3 máquinas de cobrança por cartão, totalizaria um gasto de R\$ 380,70 mensais para empresa. O valor individual cobrado por máquina atualmente é de R\$ 126,90 mensais.

Com relação à banda móvel utilizada para o funcionamento das máquinas, independentemente da quantidade, não haveria aumento de preço, segundo a operadora consultada. Todavia, a banda poderia ficar mais lenta devido ao aumento

de usuários do sistema, algo praticamente irrelevante, conforme observado na figura 6.

Figura 6 – Simulação após identificação do gargalo e sugestão de melhoria



Fonte: Autores (2014).

Quanto à taxa mensal e aos valores cobrados sobre as transações, continuariam as mesmas porcentagens sobre os pagamentos feitos com cartão: 4,2% sobre as operações em cartão de crédito, e 3,2% nas operações em cartão de débito.

Como haverá aumento de veículos abastecendo no posto, uma vez que o tempo de operação será menor e mais rápido, o serviço torna-se item atrativo a novos clientes, ocasionando um relativo aumento de valores a serem repassados à operadora. Porém, isso aconteceria devido ao aumento das vendas pela melhoria no fluxo geral e no processo de cobrança, o que dentro de uma proporcionalidade não acarretaria prejuízo, e sim lucro. Logo, o mesmo pode ser concluído com relação às novas máquinas adquiridas, numa relação custo x benefício (máquinas adquiridas x maior número de clientes). Vale ressaltar, no entanto, que originalmente o gasto com relação aos encargos do equipamento (manutenção e taxas mensais) era de R\$ 234,80.

Com estas modificações, os custos totais seriam de R\$ 615,50 (referentes à aquisição de 3 máquinas e mais a máquina já existente que continuaria no caixa para atendimento da Loja de Conveniências), representando um aumento mensal de

R\$ 380,70 nos custos totais, o que se torna vantajoso quando comparado à contratação de mais mão de obra para uma tentativa de melhoria no atendimento.

Com relação ao *layout* do estabelecimento, – mesmo havendo a diminuição das filas e aumento do número de veículos a ser atendidos pela empresa, devido à melhoria dos serviços – este, em teoria, não ficaria, de maneira alguma, prejudicado, dado o pequeno tempo de espera (apontado pelo software nas simulações) e/ou devido à sazonalidade nos abastecimentos, que são geralmente maiores em volumes nos finais de tarde e finais de semana.

## **6. Considerações Finais**

Atualmente, os clientes em geral (sejam de prestadoras de serviços ou de produtos) requerem qualidade, preços baixos e rapidez. Ficar muito tempo aguardando é algo desagradável, por menor que seja o tempo, de modo a afetar a maneira que o cliente vê e qualifica o serviço da empresa. Desse modo, muitos jamais voltam a tais empresas devido à falha em alguns dos itens citados (qualidade, preço, agilidade).

De fato, a Simulação em Logística permite a construção de muitos cenários, possibilitando também a alteração de parâmetros de atendimento (tempo, quantidade de funcionários etc.).

Assim, verificamos, neste estudo, que este *software*, o ARENA, trata-se de uma ferramenta muito útil por permitir a simulação de diversas estratégias de negócios e cenários. É, pois, um *software* intuitivo, de fácil utilização, compreensão e com relatórios gerados bem explicativos.

Sobre a análise, notou-se que o aumento de máquinas para recebimento em cartão proporcionou um atendimento mais rápido, diminuindo assim o gargalo geral do posto de combustível.

Uma vez que clientes requerem agilidade, em nossas simulações, houve, nos mesmos tempos de chegada, aumento de clientes e – muito mais importante – aumento na saída dos veículos e atendimento bem mais rápido e eficaz. Isso significa que, uma vez aceita esta proposta de melhoria pela empresa, o fato de se tornar conhecida, por ser um local onde não há formação de filas, faz dela um local visado por futuros clientes, que poderão passar a utilizar os seus serviços.

Conclui-se, portanto, que através de um baixo custo, o tempo no atendimento, pagamento e saída diminuem. O gargalo diminui de um total de 46 veículos em fila de espera para apenas 4 veículos, diminuindo, conseqüentemente, o próprio tempo de espera.

Logo, pode-se observar que com pouco investimento a empresa (o posto de combustível) poderá ter um aumento relativamente significativo na prestação de serviço e, por conseguinte, a valorização da sua imagem perante seus clientes.

## REFERÊNCIAS

AGNER, Krarup Erlang. Disponível em <<http://www.erlang.com.br/brhistor.asp>>. Acesso em: 10 ago. 2014.

FREITAS FILHO, Paulo José de. **Introdução à modelagem e simulação de sistemas com implicações em ARENA**. 2. ed. Florianópolis: Visual Books, 2008. 384 p.

PRADO, Darci Santos do. **Usando o ARENA em simulação**. 2. ed. Belo Horizonte: INDG Tecnologia e Serviços Ltda., 2004. 305 p. (Série pesquisa operacional; 3).

\_\_\_\_\_. **Teoria das filas e simulação**. 4. ed. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda., 2009. 127 p. (Série pesquisa operacional; 2).

SIMULAÇÃO: o que é simulação de processos / sistemas. Disponível em <<http://www.erlang.com.br/simulacao.asp>>. Acesso em: 24 jul. 2014.

“O conteúdo expresso no trabalho é de inteira responsabilidade do(s) autor(es)”.