

Railana Vidal de Souza (UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ)  
rah\_ucker@hotmail.com

## **RESUMO**

Devido ao acirramento da concorrência do mercado faz-se necessário que os empresários busquem alternativas que visem aumentar a capacidade de atendimento de seu estabelecimento para oferecer aos clientes serviço eficiente e de alta qualidade. Este trabalho apresenta uma aplicação de simulação computacional, através do software ProModel, no processo de atendimento em uma rede de lanchonete localizada no interior do Pará. Tem como foco principal o uso da modelagem, o comportamento da fila e a validação dos dados. Por fim propõe melhorias para o processo de atendimento, em relação ao tempo de espera dos clientes.

**Palavras-chaves:** Simulação; Tempo de espera; Lanchonete; Modelagem.

### **1. Introdução**

O presente artigo tem como objetivo identificar e analisar o tempo de espera em uma fila de atendimento em uma rede de lanchonete localizada na cidade de Marabá-PA, uma vez que o estabelecimento possui apenas uma fila para atendimento. Para a análise foi utilizada a metodologia da simulação computacional.

O estudo foi feito durante duas horas. Além disto, o artigo busca saber o tempo gasto em espera na fila pelos clientes. Sabe-se que uma observação leva-se tempo e que para um pesquisador registrar o comportamento de uma fila minuto a minuto é extremamente difícil.

Optou-se pelo o uso do software ProModel 7.0, pelo fato do mesmo possuir um ambiente agradável ao usuário, além de permitir animações gráficas que ajudam no processo de confecção do sistema.

### **2. Referencial Teórico**

#### **2.1 Modelagem**

Um modelo é uma representação externa e explícita de parte da realidade vista por quem o deseja estudar para entender, mudar, gerenciar e controlar parte daquela realidade.

Segundo Lourenço (2009) modelagem é a representação gráfica do processo. É uma representação abstrata da realidade com os componentes funcionais e hierárquicos relevantes

ao negócio. É a construção de um modelo que reflete a realidade física ou mental e é expresso através de uma linguagem de modelação (meio através do qual um modelo é expresso).

A modelagem pode ser feita através de: Fluxogramas, Redes de Petri, IDEF-SIM e etc. Todas elas são ferramentas que auxiliam o modelador a representar o modelo.

## **2.2 Simulação Computacional**

A simulação computacional de sistemas consiste na utilização de certas técnicas computacionais e matemáticas que permitem imitar o funcionamento de praticamente qualquer operação ou processo do mundo real, ou seja, estuda os sistemas reais através de exercícios de modelos.

Para Pegden (1990) a simulação é um processo de projetar um modelo computacional de um sistema real e conduzir experimentos com este modelo, com o propósito de entender seu comportamento e/ou avaliar estratégias para sua operação.

Descrever o comportamento do sistema, construir teorias e hipóteses considerando as observações efetuadas, usar o modelo para prever o comportamento futuro, são fatores que ajudam a entender a simulação como um processo amplo que engloba não apenas a construção do modelo, mas todo o método experimental.

## **2.3 Tempo De Espera Em Filas**

As filas são sistemas que estão diretamente ligadas ao cotidiano das pessoas, sejam elas em supermercados, bancos, até mesmo em pedágios ou em engarrafamentos.

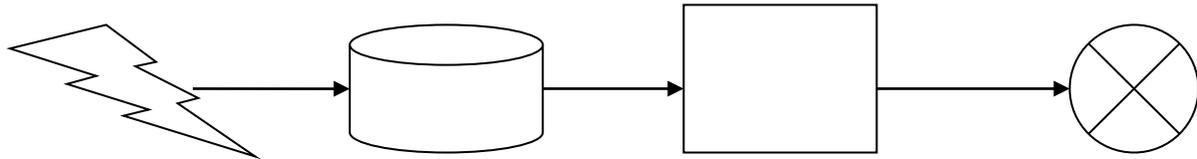
As formações de filas ocorrem porque a procura por um determinado serviço é maior do que a capacidade do sistema de atender a demanda. O motivo de suas ocorrências pode ser descrita por alguns motivos: inviabilidade econômica e limitação de espaço.

Um sistema de filas consiste no processo de chegada, da distribuição do tempo de serviço, do número de servidores, da capacidade do sistema, da população de usuários e da disciplina de atendimento. Conforme Prado (2006) ter um conhecimento sobre a Teoria das Filas, por meio das análises matemáticas detalhadas, ajuda a encontrar um ponto de equilíbrio, que seja viável economicamente para o dono do estabelecimento e para a satisfação do cliente

## **3. Estudo De Caso**

O sistema é composto por uma fila e um caixa de atendimento. O cliente chega à fila, se direciona ao caixa e faz seu pedido junto com o pagamento, logo depois o cliente recebe uma senha para que possa apanhar o seu lanche.

Figura 1 – Modelo conceitual



Fonte: Autor (2016)

Nesse sistema, as variáveis de estudo foram: o tempo entre chegadas dos clientes e o tempo de atendimento no caixa. O problema identificado foi a deficiência de outros caixas para pagamento na loja, tendo em vista o volume de clientes no período da coleta de dados.

#### 4. Coleta De Dados

Para aplicação do sistema real no software foi necessário fazer uma coleta de dados. A coleta de dados foi feita em uma rede de lanchonetes com filial no shopping Pátio Marabá, localizado na cidade de Marabá-Pará. Foram coletados dados de chegada entre os clientes, como mostra a Tabela 1:

Tabela 1 – Tempo de chegada entre cada cliente

1.17	0.68	0.34	0.38	0.22	0.32
0.41	0.19	0.46	1.09	0.24	0.55
0.18	1.22	0.23	1.24	1.28	3.28
0.16	1.10	4.19	0.47	1.20	1.15
1.05	1.23	0.43	3.40	2.26	0.40
0.13	1.26	1.13	1.00	0.15	0.36
0.10	3.50	0.33	3.06	0.16	2.10
0.16	0.23	0.19	0.22	0.33	0.37
0.20	0.12	0.43	1.50	1.07	0.58
1.13	0.45	0.41	1.34	2.26	0.42
1.42	0.18	0.46	2.22	0.30	0.53
2.26	1.56	1.10	0.90	0.05	1.54
0.27	1.12	1.38	1.40	1.40	0.31
2.26	0.37	0.40	0.70	0.13	1.01
0.70	0.45	1.10	4.30	0.22	0.43
3.21	0.14	0.32	0.42	0.58	1.53
2.16	0.11	3.13	1.20	1.34	2.20
0.32	0.46	0.24	0.21	0.12	1.05
0.35	3.08	0.57	0.24	0.23	0.46
0.41	0.58	0.05	2.13	0.49	2.30

Fonte: Autor (2016)

No momento da pesquisa o sistema possuía uma fila e um posto de atendimento, também foram coletados dados do tempo de atendimento para cada cliente, conforme demonstrado na tabela 2:

Tabela 2 - Tempo de atendimento

1.52	1.09	1.50	1.56	1.42	1.15
1.00	1.22	1.24	1.13	1.38	1.47
1.18	0.50	1.17	1.00	1.53	1.43
1.14	1.32	1.24	0.51	1.13	1.60
1.29	1.06	1.10	1.00	1.35	1.05
1.49	1.20	0.59	1.21	1.25	1.23
1.59	1.35	1.13	1.15	0.43	0.59
0.43	1.10	1.04	1.32	1.24	1.19
1.00	1.05	1.33	1.30	1.17	0.53
1.28	1.21	0.59	1.30	1.42	1.15
1.01	1.40	1.35	1.35	1.38	1.21
0.52	0.50	0.42	1.15	1.59	1.15
1.00	1.32	1.38	1.03	1.47	1.42
1.08	1.06	1.15	1.20	1.43	1.38
1.12	1.20	1.13	2.23	0.58	1.40
1.30	1.35	1.35	1.40	1.15	2.03
1.51	1.10	1.25	1.54	1.34	1.25
1.50	1.05	1.23	0.47	1.32	1.56
1.28	1.21	1.30	1.24	0.49	1.13
1.19	1.40	1.36	1.38	1.45	1.00

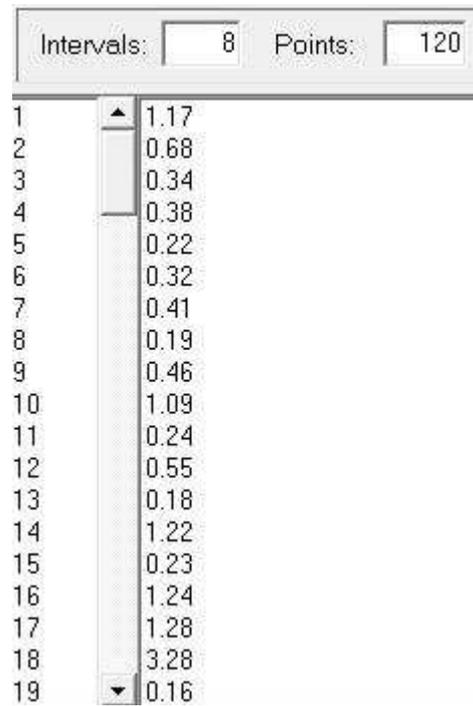
Fonte: Autor (2016)

## 5. Validação Dos Dados

O processo de validação dos dados coletados foi realizado com o auxílio do toolbar Stat::Fit do ProModel.

Primeiramente foram testados os dados de chegadas dos clientes, assim obteve-se 120 dados com oito intervalos (Figura 2). Em seguida, foi possível saber através da tecla STATISTICS-DESCRIPTIVE informações sobre os dados, como número de pontos, valores máximo e mínimo, média, moda, mediana, desvio padrão e variância (Figura 3). Geraram-se também distribuições e parâmetros para caber nos dados de entrada, a distribuição com maior índice de aceitação foi a Exponencial (Figura 4). Na figura 5 têm-se o gráfico gerado pela distribuição Exponencial nas chegadas dos clientes.

Figura 2 – Quantidade de clientes



Fonte: Autor (2016)

Figura 3 – Estatísticas descritivas

<b>descriptive statistics</b>	
<b>data points</b>	<b>120</b>
<b>minimum</b>	<b>0.1</b>
<b>maximum</b>	<b>4.3</b>
<b>mean</b>	<b>0.997083</b>
<b>median</b>	<b>0.56</b>
<b>mode</b>	<b>0.19</b>
<b>standard deviation</b>	<b>0.950315</b>
<b>variance</b>	<b>0.903098</b>
<b>coefficient of variation</b>	<b>95.3095</b>
<b>skewness</b>	<b>1.48553</b>
<b>kurtosis</b>	<b>1.68577</b>

Fonte: Autor (2016)

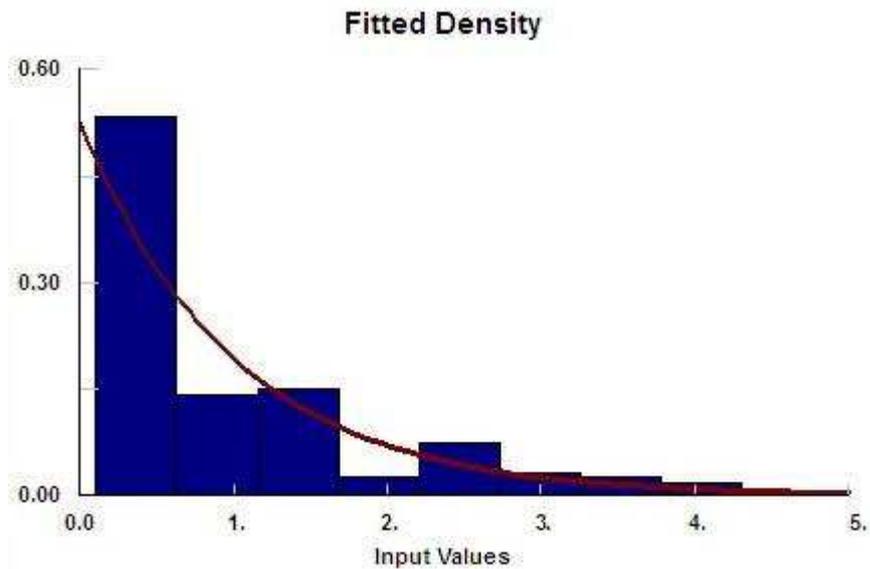
Figura 4 – Relatório de Distribuições

Auto::Fit of Distributions

distribution	rank	acceptance
Exponential(0., 0.997)	38.4	do not reject
Erlang(0., 1., 0.997)	38.4	do not reject
Lognormal(0., -0.445, 0.968)	37.6	do not reject
Johnson SB(0., 6.49, 1.85, 0.869)	28.5	do not reject
Inverse Gaussian(0., 0.718, 0.997)	26.2	reject
LogLogistic(0., 1.71, 0.635)	17.4	do not reject
Pearson 6(0., 0.265, 3.89, 1.88)	10.5	reject
Inverse Weibull(0., 1.14, 2.52)	5.87	reject
Weibull(0., 1.11, 1.04)	3.71	reject
Pearson 5(0., 1.31, 0.545)	3.02	reject
Gamma(0., 1.27, 0.784)	1.62	reject
Beta(0., 4.3, 0.912, 2.85)	0.214	reject
Chi Squared(0., 1.46)	1.83e-002	reject
Triangular(0., 4.39, 0.11)	0.	reject
Uniform(0., 4.3)	0.	reject
Rayleigh(0., 0.972)	0.	reject
Power Function(0., 4.3, 0.525)	0.	reject
Pareto	no fit	reject

Fonte: Autor (2016)

Figura 5 – Gráfico da distribuição Exponencial



Fonte: Autor (2016)

Testou-se também no mesmo programa os dados de tempo de atendimento, alimentou-se o programa com 120 dados e com sete intervalos (Figura 6). Além disso, foi possível descobrir a média, moda, valores máximo e mínimo, desvio padrão e mediana (Figura 7). Em seguida,

foram geradas distribuições e parâmetros, foi possível saber que o processo de atendimento representa uma distribuição de LogLogistic (Figura 8), sabendo dessa informação foi gerado o gráfico de distribuição de LogLogistic (Figura 9).

Figura 6 – Quantidade de clientes (atendimento)

Intervals:	Points:
7	120
1	1.52
2	1.09
3	1.5
4	1.56
5	1.42
6	1.15
7	1.
8	1.22
9	1.24
10	1.13
11	1.38
12	1.47
13	1.18
14	0.5
15	1.17
16	1.
17	1.53
18	1.43
19	1.14

Fonte: Autor (2016)

Figura 7 – Estatísticas descritivas

descriptive statistics	
data points	120
minimum	0.42
maximum	2.23
mean	1.19067
median	1.225
mode	1.165
standard deviation	0.311013
variance	9.6729e-002
coefficient of variation	26.1209
skewness	-0.590376
kurtosis	1.59896

Fonte: Autor (2016)

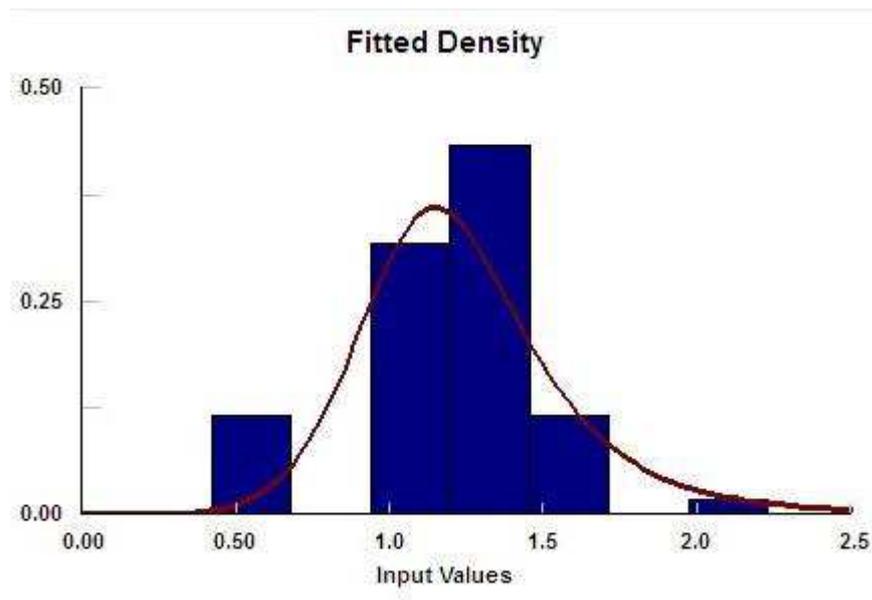
Figura 8 – Relatório de Distribuições

**Auto::Fit of Distributions**

distribution	rank	acceptance
LogLogistic(0., 6.53, 1.2)	12.4	do not reject
Weibull(0., 4.36, 1.3)	8.74	reject
Beta(0., 2.23, 6.6, 5.92)	0.558	reject
Pearson 5(0., 8.04, 8.59)	0.	reject
Triangular(0., 2.25, 1.24)	0.	reject
Uniform(0., 2.23)	0.	reject
Lognormal(0., 0.13, 0.326)	0.	reject
Rayleigh(0., 0.87)	0.	reject
Power Function(0., 2.26, 1.46)	0.	reject
Johnson SB	no fit	reject

Fonte: Autor (2016)

Figura 9 – Gráfico de LogLogistic



Fonte: Autor (2016)

## 6. Processo De Modelagem

### 6.1 Locais

O processo de construção de um modelo no ProModel se dá primeiramente construindo locais, estes locais representam postos de trabalho ou do processo em que se vai estudar. Nesses locais as entidades são movidas para serem armazenadas, processadas ou tomar um novo roteiro. Os locais podem ser simples (comportam apenas uma entidade de cada vez) ou múltiplos (comportam mais de uma entidade simultaneamente). Os locais podem possuir

regras de entrada e saída: as regras de entrada são usadas para selecionar qual a próxima entidade a ser manipulada caso exista mais de uma destas com essa possibilidade, ao passo que as de saída são usadas num local de capacidade múltipla para determinar a ordem com que deixarão o mesmo.

Na simulação em questão, a chegada, a fila e o operador são modelados como locais.

## **6.2 Entidades**

Após a construção dos locais tem-se que construir as entidades, que é um item, como um produto em fabricação ou mesmo pessoas em um processo de atendimento que é “processado” no modelo. A dinâmica conferida pelo ProModel às entidades permite que estas sofram operações cujos resultados são novas entidades, como reunião, divisão e conversão. As entidades podem receber atributos, que podem ser testados para a tomada de decisão ou para se obter estatísticas específicas. A imagem que representa uma entidade pode ser trocada como resultado de uma operação para se ilustrar uma mudança física da entidade durante uma simulação.

No exemplo realizado os clientes são modelados como entidades.

## **6.3 Processos**

Na simulação do processo de atendimento da loja foi criado o processo ou rotas, que são elementos opcionais e definem o caminho utilizado por entidades e recursos para se moverem no sistema. As rotas são constituídas de nós conectados por segmentos (que são definidos graficamente através de simples cliques de mouse) e de interfaces desses nós com locais.

Várias rotas podem ser definidas, e várias entidades e/ou recursos podem compartilhar a mesma rota. Os movimentos de entidades e recursos ao longo da rota podem ser definidos em termos de comprimento da mesma e velocidade de movimento, ou simplesmente pelo tempo de permanência da mesma. As distâncias são automaticamente computadas baseando-se na escala de layout definido pelo usuário, mas podem ser redefinidas manualmente.

Estas rotas consistem na chegada dos clientes na fila conforme o modelo de distribuição Exponencial e esperam para serem atendidos conforme o resultado do modelo de distribuição LogLogistic. A lógica funciona com o atendimento de um cliente por vez pelo o operador e se ele estiver ocupado o cliente é bloqueado pelo sistema e permanece esperando na fila. A lógica de movimentação considerou-se que o cliente demora 2 minutos em suas

movimentações pelo sistema. E após criar os processos de chegada até os locais de atendimento faz-se necessário acrescentar o processo de rotear para a saída do sistema

#### **6.4 Chegadas**

Concluído a etapa de construção do processo, há a necessidade de criação do processo de chegada, sendo assim é definido o mecanismo de determinação dos momentos em que uma entidade é introduzida no sistema. Uma chegada indica como uma entidade é introduzida no sistema.

Na simulação realizada a entidade é o cliente que chega à fila em uma quantidade conforme a distribuição Exponencial, tendo uma ocorrência infinita que é o tempo em que podem chegar clientes, com uma frequência de 8 horas.

#### **7. Conclusão**

Foi possível identificar que o tempo de espera na fila do cliente não agrega valor ao mesmo, e conseqüentemente influencia no tempo total de atendimento.

Sobretudo, no número de caixas, foi concluído que é necessária a presença de mais outro caixa durante todo o dia de atendimento, para que assim seja absorvida a demanda da loja.

É necessário que os estabelecimentos desempenhem coletas periódicas de dados, a fim de manter sob controle o conhecimento do comportamento de seu processo. Desta forma, após a aplicação de melhorias, novas coletas devem ser realizadas, a fim de avaliar o efeito das melhorias aplicadas e propor novas melhorias sobre o novo comportamento do processo.

#### **REFERÊNCIAS**

LOURENÇO, J. T. V. **Modelagem de processos**. Rio de Janeiro, 2009.

PEGDEN, C.D., SHANNON, R.E., SADOWSKI, R.P. **Introduction to Simulation Using SIMAM**, McGraw-Hill, New York, USA. V. 2. 1990.

PRADO, D. S. **Teoria das Filas e da Simulação**. Nova Lima (MG): INDG, 2006.