

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

ANTONIO RODRIGO PENNA ALVES

**SIMULAÇÃO DO PROCESSO DE ATENDIMENTO DE UMA  
PANIFICADORA DE PEQUENO PORTE: UM ESTUDO DE CASO**  
PROJETO DE TRABALHO DE DIPLOMAÇÃO

Medianeira

2017

ANTONIO RODRIGO PENNA ALVES

**SIMULAÇÃO DO PROCESSO DE ATENDIMENTO DE UMA  
PANIFICADORA DE PEQUENO PORTE: UM ESTUDO DE CASO  
PROJETO DE TRABALHO DE DIPLOMAÇÃO**

Projeto de Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Graduação, em Engenharia de Produção, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito parcial à disciplina de TCC2.

Orientador: Prof. Me. Milton Soares

Co-Orientador: Prof. Dr. Levi Lopes

Medianeira

2017



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO  
PARANÁ  
CAMPUS MEDIANEIRA



Diretoria de Graduação  
Nome da Coordenação de Engenharia de Produção  
Curso de Graduação em Engenharia de Produção

---

## TERMO DE APROVAÇÃO

### SIMULAÇÃO DO PROCESSO DE ATENDIMENTO DE UMA PANIFICADORA DE PEQUENO PORTE: UM ESTUDO DE CASO

Por

ANTONIO RODRIGO PENNA ALVES

Este projeto de trabalho de conclusão de curso foi apresentado às 15:50 h do dia 17 de outubro de 2017 como requisito parcial para aprovação na disciplina de TCC2, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Medianeira. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o projeto para realização de trabalho de diplomação aprovado.

---

Prof.Me. Milton Soares  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Prof. Dr. José Airton dos Santos  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Prof. Dr. Levi Lopes  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Prof. Ivair Marchetti  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso -

## **AGRADECIMENTOS**

Aos Professores Orientadores, braço amigo de todas as etapas deste trabalho.

A minha família, pela confiança e motivação.

Aos amigos e colegas, pela força e pela vibração em relação a esta jornada.

Aos professores e colegas de Curso, pois juntos trilhamos uma etapa importante de nossas vidas.

Aos profissionais entrevistados, pela concessão de informações valiosas para a realização deste estudo.

A todos que, com boa intenção, colaboraram para a realização e finalização deste trabalho.

## RESUMO

ALVES, ANTONIO RODRIGO PENNA. **SIMULAÇÃO DO PROCESSO DE ATENDIMENTO DE UMA PANIFICADORA DE PEQUENO PORTE: UM ESTUDO DE CASO 2017**. MONOGRAFIA (BACHAREL EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO) - UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ.

Em tempos de variação econômica, crises políticas e insatisfações mercadológicas, é de grande importância que as empresas busquem por melhorias constantes, atendendo a clientela com qualidade no serviço prestado. Neste contexto, este trabalho teve como objetivo analisar através de técnicas de simulação discreta (DES) o processo de atendimento de uma panificadora localizada na região oeste paranaense. Um modelo do tipo dinâmico, discreto e estocástico foi implementado no software de simulação Cloudes. Resultados de simulação demonstraram um grande número de clientes na fila no horário de pico.

**Palavras-chave:** Simulação; Panificadora; Cloudes.

## **ABSTRACT**

ALVES, ANTONIO RODRIGO PENNA. **SIMULATION OF ATTENDANCE PROCESS OF A SMALL BAKERY: A CASE STUDY**. 2017. MONOGRAPHY (BACHELOR IN INDUSTRIAL ENGINEERING) FEDERAL TECHNOLOGICAL UNIVERSITY OF PARANÁ.

In times of economic variation, political crises and market dissatisfaction, it is of great importance that companies seek constant improvements, serving customers with quality in the service provided. In this context, this work aimed to analyze through discrete simulation techniques (DES) the process of attending of a bakery located in the western region of Paraná. A dynamic, discrete and stochastic type model was implemented in the Cloudes simulation software. Simulation results demonstrated a large number of customers queuing at peak times.

**Keywords:** Simulation; Bakery; Cloudes.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Fila .....	17
Figura 2 – Simulação discreta .....	21
Figura 3 – Metodologia de aplicação da simulação.....	22
Figura 4 – Visão geral do funcionamento do Cloudes.....	23
Figura 5 – Interface gráfica do Cloudes.....	24
Figura 6 – Layout da panificadora.....	26
Figura 7 – Objetos do módulo construtor.....	29
Figura 8 – Gráfico de dispersão - TEC.....	32
Figura 9 – Boxplots.....	33
Figura 10 – Cenário 1.....	35
Figura 11 – Cenário 2.....	35

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Análise exploratória dos tempos entre chegadas e atendimento dos clientes.....	30
Tabela 2 – Identificação de Outliers.....	32
Tabela 3 – Distribuição de probabilidade.....	33
Tabela 4 – Resultados de simulação.....	33



## LISTA DE SIGLAS

DES.....Simulação de eventos discretos.  
TA.....Tempo de atendimento dos clientes no balcão.  
TC.....Tempos de atendimento no caixa.  
TEC.....Tempo entre chegadas dos clientes.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>15</b>
2.1 OBJETIVO GERAL .....	15
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	15
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>16</b>
3.1 CARACTERÍSTICAS DO SETOR .....	16
3.2 FILAS .....	17
3.3 MODELO.....	18
3.4 SIMULAÇÃO.....	18
3.5 CRONOANÁLISE.....	21
3.6 SOFTWARE CLOUDES.....	22
<b>4 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>24</b>
4.1 TIPO DE PESQUISA.....	24
4.2 EMPRESA.....	24
4.3 ESTRUTURA FÍSICA DA PANIFICADORA.....	25
4.4 PROCESSO DE ATENDIMENTO.....	26
4.5 COLETA DE DADOS.....	26
4.6 TAMANHO DA AMOSTRA.....	26
4.7 MÓDULO CONSTRUTOR.....	27
<b>5 RESULTADOS ESPERADOS</b> .....	<b>30</b>
5.1 GRÁFICO DE DISPERSÃO.....	30
5.2 TRATAMENTO DOS DADOS.....	31
5.3 SIMULAÇÃO.....	33
<b>6 CONCLUSÃO</b> .....	<b>36</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>37</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Quando trata-se de negócios e empreendimentos, todos os ramos têm particularidades que levam, intuitivamente, empreendedores ao aperfeiçoamento contínuo. Essa busca em atender os clientes da melhor forma possível, procurando meios alternativos de gerência, proporcionando qualidade e satisfação, ao atender a demanda da clientela, associada a habilidade na confecção e atendimento, torna o sucesso empresarial mais próximo e real.

Padarias e confeitarias são negócios que participam ativamente da comunidade e das nossas vidas. A Sebrae (2009) afirma que os produtos panificados estão presentes em 76% das famílias brasileiras durante o café da manhã e 96% na população nacional, no que diz respeito a produtos gerados em panificadoras, consumo este que representou cerca de 44, 98 bilhões de reais do setor de panificação no ano de 2008.

Ao observar a alta frequência de clientes tendo acesso a panificadora, notou-se que a formação de filas em horário de pico se torna inevitável, causando demora no atendimento e uma concentração de clientes no interior da panificadora. Segundo Arenales et al. (2007) as filas são formadas devido à diferença entre a demanda de clientes por um serviço e a capacidade instantânea de atendimento do sistema. Assim, através de técnicas de simulação, busca-se encontrar um ponto de equilíbrio que satisfaça os clientes e seja viável economicamente para o provedor do serviço.

Segundo Banks (2000) a simulação é uma técnica de solução de um problema pela análise de um modelo que descreve o comportamento de um sistema usando um computador digital. A simulação de um modelo permite entender a dinâmica de um sistema assim como analisar e prever o efeito de mudanças que se introduzam no mesmo (FERNANDES, 2006).

Softwares comerciais, para simulação discreta, como o Arena e o Anylogic possuem requisitos de hardware para funcionar, além de licenças muito caras. Cloudes é um software livre que fornece aos usuários a possibilidade de construir um modelo, de simulação discreta, usando um navegador. Por isso a escolha do mesmo foi determinada e com sucesso, pois ofereceu ferramentas de simulação de grande utilidade, além da sua licença livre para acesso universitário.

Este trabalho é organizado da seguinte maneira. Na Seção 2 apresenta-se uma

revisão de literatura sobre simulação computacional. Na Seção 3 é descrita a metodologia empregada na construção do modelo de simulação. Na Seção 3 são apresentados os resultados obtidos de simulação. Comentários finais e conclusões, na Seção 4, finalizam o trabalho.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

O trabalho teve como objetivo analisar através de técnicas de simulação discreta (DES) o processo de atendimento de uma pequena panificadora localizada na região oeste paranaense.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Identificar e detalhar o fluxo do processo da panificadora;
- b) Coletar os dados e fazer os tratamentos estatísticos necessários;
- c) Desenvolver um modelo computacional do processo de atendimento;
- d) Realizar a análise e fazer comparativos dos cenários obtidos;
- e) Propor adequação ou melhorias no processo, se necessárias.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

A revisão de literatura abordará os seguintes tópicos: Características do setor; Filas; Modelo; Simulação; Cronoanálise e Software Cloudes.

#### 3.1 CARACTERÍSTICA DO SETOR

A população mundial estimada atualmente com mais de 6 bilhões de habitantes, vive de uma ampla variedade econômica, geográfica e cultural. Segundo Neves (1999), qualquer que seja o ambiente, alimentos sempre são prioridades, até pelo fato da necessidade para manutenção vital. A variedade de opções de consumo aumenta constantemente e é facilitada pelo uso das tecnologias de transporte, logística, informações.

O mercado de padarias e panificadoras no Brasil vem passando por um momento de intensa inovação e desenvolvimento de novas tecnologias. O setor se beneficia do fato que o pão está entre os três alimentos mais consumidos pelos brasileiros diariamente. Atualmente, este setor possui cerca de 64 mil estabelecimentos, gerando 850 mil empregos diretos e mais de 1,85 milhão indiretos em todo o país, atendendo cerca de 40 milhões de clientes em todo Brasil por dia. (SEBRAE, 2009)

O Sebrae (2009) relatou um crescimento na demanda de clientes atendidas por panificadoras que se enquadram como micro e de pequeno porte. Entre os anos de 1999 e 2008, essa demanda saiu de 36,4 milhões de clientes, para 40,42 milhões de clientes, montante esse que representa cerca de 25% da população nacional, notando-se que o mercado realmente está em crescimento.

Basicamente, são dois os modelos de panificadoras: de escala industrial e de processo artesanal. O primeiro grupo é voltado para o atacado, com foco na fabricação de pães embalados e congelados. O segundo, por sua vez, vende diretamente ao consumidor.

### 3.2 FILAS

Muitos estabelecimentos têm presença ativa de filas (Figura 1), pelo fato de que a capacidade de atendimento imediato é menor que a demanda de clientes à procura de um produto ou serviço. Um serviço oferecido é julgado negativamente quando apresenta filas. Geralmente o cliente observa sua extensão e o período de espera. Sendo, as filas, fatores de abandono, gerando perda de receita. Partindo desse pressuposto, entende-se que a administração das filas tem papel fundamental no quesito atendimento ao cliente, sendo responsável pela análise do serviço prestado, necessitando de destaque no controle administrativo (PRADO, 2009).

Segundo Carneiro (2008), a tomada de decisões que implicam em otimização, sem extrapolar custos, é uma dificuldade do gerenciamento das filas. Tais decisões devem garantir a qualidade do serviço. Partindo do gerente o direcionamento das atividades de forma otimizada.



**Figura 1 – Fila**

**Fonte: CAMBICI (2017).**

### 3.3 MODELO

Um modelo é a representação de um sistema, situação ou problema (PRADO, 2009).

#### 3.3.1 Classes de Modelos

De acordo com a natureza das variáveis e funções que intervêm na representação do sistema ou problema, estes modelos podem ser (FREITAS FILHO, 2008):

- Discretos ou contínuos;
- Determinísticos ou estocásticos;
- Estático ou dinâmicos;
- Analíticos ou numéricos.

### 3.4 SIMULAÇÃO

Simulação é a forma de aparentar, reproduzir, representar uma situação de forma que se aproxime da real, a fim de realizar análises de diversos tipos. Banks (2000) destaca que as observações e análises feitas após a criação da situação artificial, modelo da realidade, consiste na simulação. Portanto, simular computacionalmente permite, em várias situações, interpretar a forma de agir de um ambiente controlado sem grandes custos e sem riscos físicos.

Segundo Duarte (2003), o trabalho de interpretação não pode ser abandonado com o uso da simulação. O simulador deve ser usado de forma a somar no processo, trazendo resultados de acordo com o estudo do sistema. Ou seja, promove a



interpretação com maior extensão do processo.

Para Secchi (1995), quanto mais descritiva e detalhada a simulação mais resultados serão gerados e maior será a dificuldade do tratamento dos dados. Diante disso, diminuir a complexidade para obter resultados práticos, dentro de dados proporcionais, é a meta para uma análise concreta.

Simulamos para:

- Conhecer o comportamento de um sistema;
- Estudar as relações entre os componentes de um sistema complexo;
- Buscar uma solução aproximada de um problema que seja não factível de determinar por outros métodos;
- Estudar os efeitos de mudanças no sistema;
- Determinar quais são as variáveis mais importantes em um sistema.

Vantagens da Simulação:

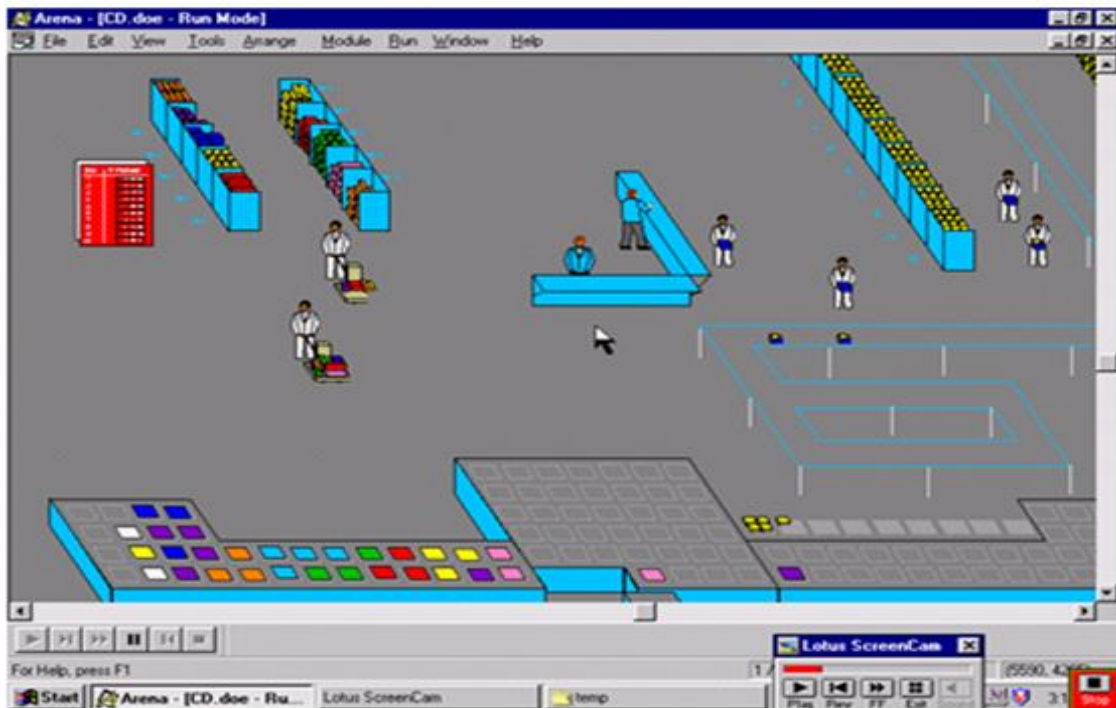
- É mais fácil de usar que os métodos analíticos;
- Com um mesmo modelo podemos averiguar uma grande variedade de comportamentos do sistema, mediante o uso repetitivo do modelo com a variação de alguns elementos;
- Permite estudar sistemas nos quais se tem informações incompletas.

Tipos de Simulação:

As simulações podem ser:

De tempo Contínuo: Este tipo de simulação trata com modelos descritos por equações diferenciais.

De Eventos Discretos: Trata com sistemas que podem ser modelados através de uma sequência de eventos, assumindo que nada de importante ocorre entre esses eventos (Figura 2).

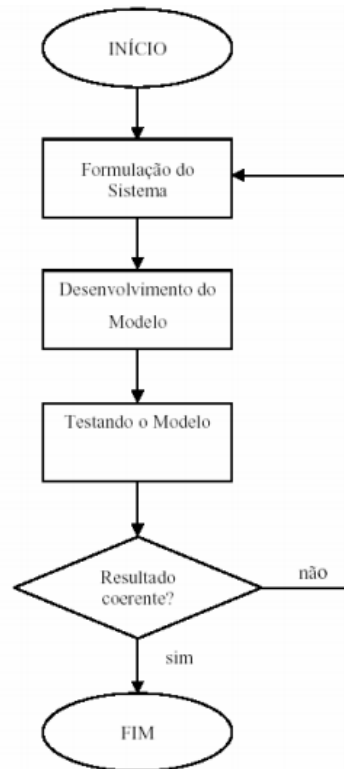


**Figura – Simulação de Picking (Arena)**

Figura 2 – Simulação discreta

Fonte: CAMBICI (2017).

Na Figura 3 apresenta-se o fluxograma da metodologia utilizada para aplicação da simulação.



**Figura 3 – Metodologia de aplicação da simulação**

Fonte: CAMBICI (2017).

### 3.5 CRONOANÁLISE

Para Oliveira (2009), a cronoanálise é utilizada para cronometrar e realizar análises de tempos coletados durante um fluxo produtivo ou de processos. Sendo uma técnica utilizada a partir de uma possível necessidade na melhoria da produtividade. Através dela é possível ver processos ineficientes ou com desperdício de tempo, permitindo melhorias e eficiência produtiva. Em outras palavras, essa técnica é nada mais que uma análise do tempo na qual um funcionário utiliza para realizar certa tarefa ou operação com execução razoável, permitindo certo tempo tolerado para possíveis necessidades, como ida ao banheiro, tempos de descanso, quebra ou falha de máquinas, dentre outras características.

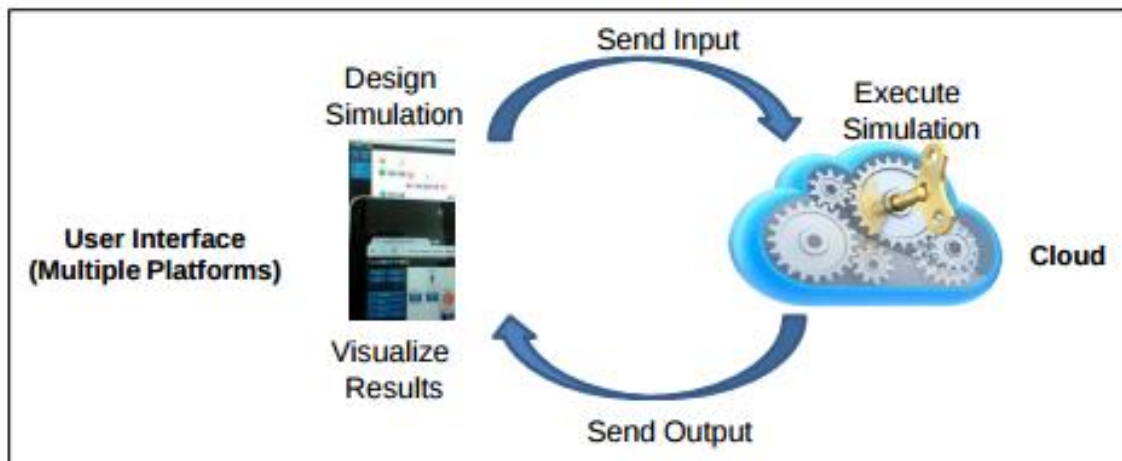
Esse tempo de execução de uma atividade, em condições específicas, com método estabelecido é denominado tempo padrão. Segundo Junior (1989), é o tempo necessário para executar tarefas possuindo habilidade média, com esforço médio,

durante todo o período de trabalho.

### 3.6 SOFTWARE CLOUDES

O software Cloudes fornece um ambiente de simulação onde os modelos de simulação podem ser projetados, criados, modificados e executados. O software é mantido pelo Departamento de Ciências da Computação da Universidade de Hamburgo. No Cloudes o usuário pode extrair módulos, posicioná-los no modelo e parametrizá-los de acordo com as características observadas no sistema real, o que facilita muito a tarefa de programação.

A Figura 4 apresenta uma visão geral de como o Cloudes funciona. O usuário cria o modelo de simulação (*Design Simulation*). A informação é enviada ao servidor (*Send Input*) que executa a simulação (*Execute Simulation*) e gera os dados de saída. Os resultados são enviados (*Send Output*) ao usuário para fins de visualização e análise (*Visualize Results*).



**Figura 4 – Visão geral do funcionamento do Cloudes**

**Fonte: O Autor.**

O Cloudes providencia uma interface gráfica simples com características básicas e intermediárias que permite ao usuário construir modelos de simulação complexas com rapidez. Na Figura 5 apresenta-se a interface gráfica do Cloudes mostrando um projeto de simulação e os componentes utilizados para construir este

projeto.

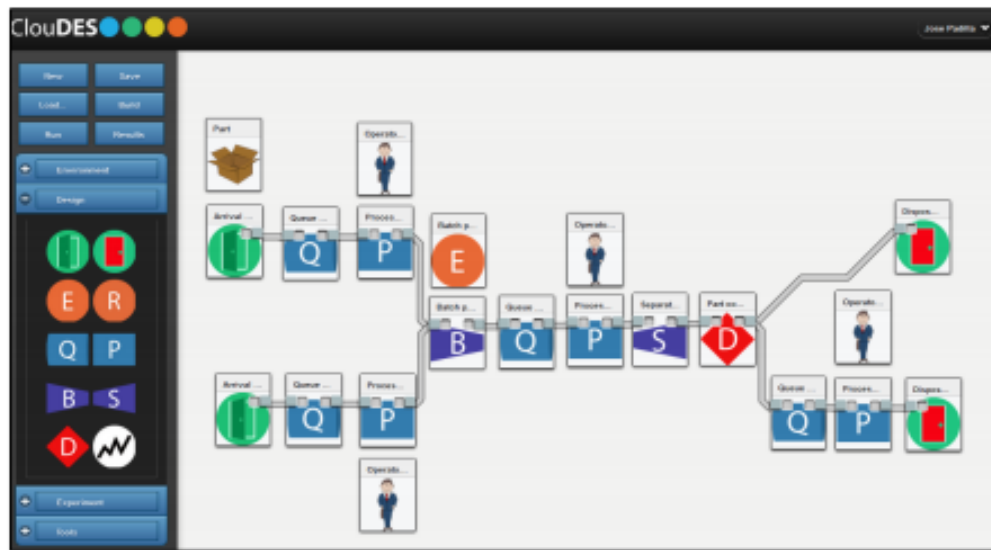


Figura 5 – Interface gráfica do Cloudes

Fonte: Programa Cloudes.

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 TIPO DE PESQUISA

Por analisar de forma profunda e exaustiva, o fenômeno decorrente do processo de atendimento, Gil (2008) expõe que dessa maneira o projeto se enquadra como estudo de caso, permitindo, com detalhes, análises para tomada de decisões favoráveis.

A pesquisa que tem como foco a descrição de relações de variáveis que afetam determinada população, utilizando algumas formas padronizadas de coleta de dados, caracterizando-se como descritiva, fato recorrente a pesquisa da panificadora (GIL, 2008).

Por utilizar de técnicas como observação constante e entrevistas com a equipe colaboradora, se enquadra como uma pesquisa exploratória. Para Malhotra (2001), esse tipo de pesquisa é utilizado quando se tem a necessidade de explorar os dados a fim de identificar com maior precisão o problema. Quanto a forma de abordar o problema, a pesquisa realizada neste trabalho, pode ser considerada quantitativa e de acordo com os procedimentos técnicos como modelagem e simulação ou seja uma pesquisa operacional.

### 4.2 A EMPRESA

A panificadora em estudo é uma empresa privada que comercializa produtos de produção própria e terceirizada, tais como: pães, leites, queijos, bolos, salgados, doces entre outros. A equipe que compõe o setor de atendimento da panificadora analisada é de duas Operadoras de Caixa, 12 Atendentes, além dos administradores que constantemente alternam a permanência.

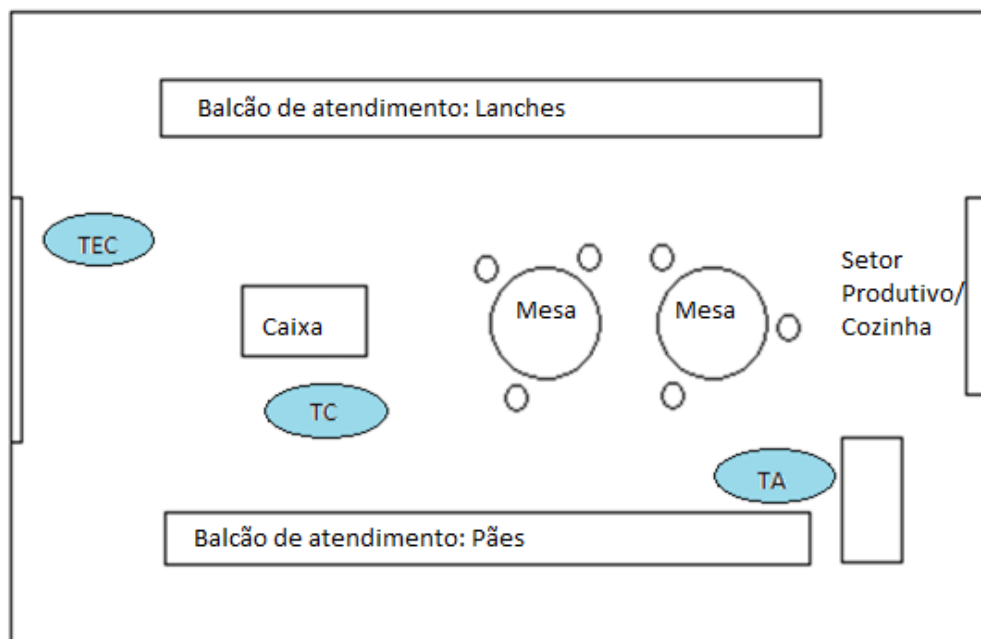
Com uma produção de mais de 5 mil pães por dia, a panificadora tem grande movimento durante todos os dias da semana e uma demanda produtiva de pães de alta escala, até pelo fato de atender cooperativas locais diariamente e grande

distribuição dos mesmos.

A empresa atende sete dias da semana, com início do atendimento as 7:00h finalizando às 22:00h (exceto no domingo com horário específico), com troca de turno no meio do período diário (as 15:00h). Nos sete dias de funcionamento a frequência de atendimento é alta durante boa parte do dia. No horário de pico, geralmente final da tarde, filas são geradas nos 3 setores, com maior extensão no caixa, com atendimento individualizado.

#### 4.3 A ESTRUTURA FÍSICA DA PANIFICADORA

A estrutura de atendimento da panificadora conta com um setor de pães, doces e bolos, outro setor com salgados e lanches de produção própria, duas mesas com cadeiras para consumo interno, além dos produtos terceirizados expostos em geladeiras, freezers e estantes expositivas e um caixa. Cada setor conta com três atendentes e o caixa com apenas uma pessoa. Na figura 6 o layout da panificadora é apresentado de forma simplificada.



**Figura 6 – Layout da panificadora**

**Fonte: O Autor.**

#### 4.4 PROCESSO DE ATENDIMENTO

O processo de atendimento na Panificadora, inicia com a chegada de clientes ao estabelecimento, se não houver fila, ele se dirige ao funcionário do balcão que estiver disponível para o atendimento. Caso contrário, fica esperando um funcionário estar disponível. Após o atendimento no balcão o cliente se dirige ao caixa. Após, o atendimento do caixa, o sistema é encerrado com a saída do cliente da Panificadora.

#### 4.5 A COLETA DE DADOS

Os dados foram coletados, em vários dias, durante o período, considerado pelo gerente da Panificadora, de maior movimento de clientes (17:30 às 18:30 h). Os dados coletados foram os seguintes:

- tempos entre chegadas dos clientes (TEC) – diferença entre entradas;
- tempo de atendimento dos clientes no balcão (TA);
- tempo de atendimento no caixa (TC).

Estes dados foram analisados com a ferramenta *Input analyzer* (analisador de dados de entrada) do software Arena®, como auxiliador do Software Cloudes, utilizado na simulação. Pelo fato do Cloudes não ter essa ferramenta de distribuição estatística. Segundo Prado (2010) esta ferramenta permite analisar dados reais do funcionamento do processo e escolher a melhor distribuição estatística que se aplica a eles.

#### 4.6 TAMANHO DA AMOSTRA

O tamanho de cada uma das três amostras, cronometradas neste trabalho, foi obtida, para um nível de confiança de 95%, através da seguinte expressão



(MORROCO, 2003):

$$n_A = \left( \frac{Z_{\alpha/2} \times S}{E} \right)^2$$

onde:

$n_A$  - número de indivíduos da amostra;

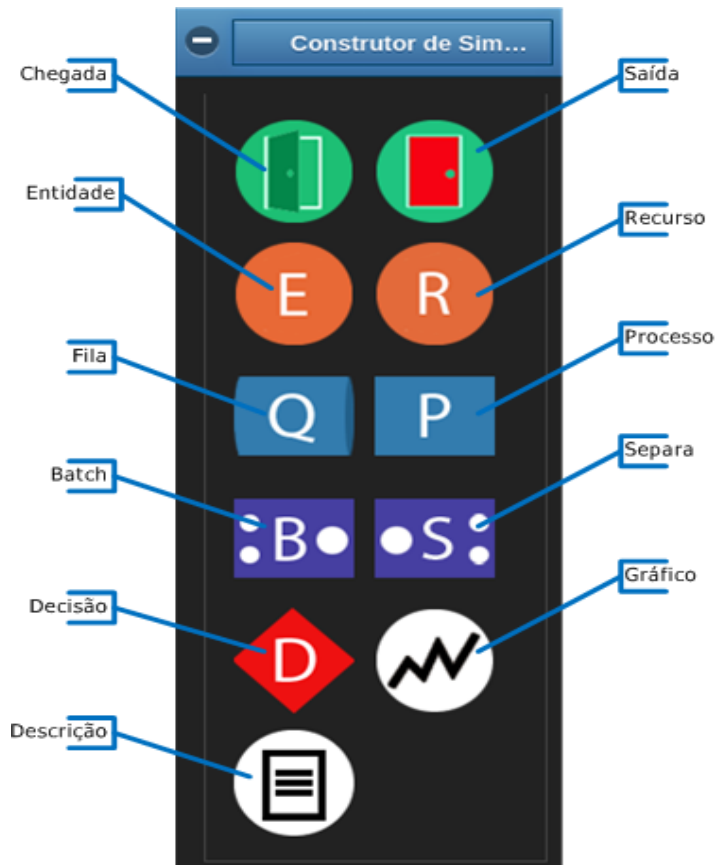
$Z_{\alpha/2}$  - valor crítico que corresponde ao grau de confiança desejado;

$S$  - desvio padrão;

$E$  - erro máximo estimado.

#### 4.7 MÓDULO CONSTRUTOR

Na Figura 7 apresenta-se os objetos, do módulo construtor, disponíveis para construir os modelos de simulação do programa Cludes.



**Figura 7 – Objetos do módulo construtor**

Fonte: O Autor.

Onde:

**Chegada:** O ponto de partida para todo o modelo é o bloco Chegada. As entidades são tudo aquilo que “sofrerá” a ação de diversas operações lógicas de fluxo. As entidades movem-se pelo sistema e fazem os processos funcionar.

**Saída:** Este objeto é o fim de todo o projeto de simulação. É por ele que as entidades desaparecem do sistema.

**Processo:** Este bloco representa uma ação envolvendo um intervalo de tempos. Por exemplo, um cliente sendo atendido por um funcionário, uma peça sofrendo usinagem, etc.

**Batch:** Este bloco é utilizado como um mecanismo de agrupamento de entidades.

Separa: Separa as entidades agrupadas pelo objeto Batch.

Fila: Este objeto representa uma fila.

Decisão: Este bloco permite a modelagem de processos de tomada de decisão no sistema. Por exemplo, a decisão pode ser feita através de probabilidades.

Recurso: Este objeto permite a edição de características dos recursos utilizados pelos processos do modelo.

Entidade: nesse objeto você altera todas as informações relevantes acerca das entidades que foram criadas para o seu sistema.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Tabela 1 são apresentados os valores, da análise exploratória, dos tempos entre chegadas e de atendimento, dos clientes, no balcão e no caixa.

**Tabela 1 - Análise exploratória dos tempos entre chegadas e atendimento dos clientes**

<b>Parâmetro analisado</b>	<b>Chegada (TEC)</b>	<b>Balcão (TA)</b>	<b>Caixa (TC)</b>
Pontos	100	100	100
Média	29,98 s	69,74 s	37,78 s
Mediana	17,79 s	66,84 s	37,98 s
1 Quartil (Q <sup>1</sup> )	10,04 s	57,07 s	31,35 s
3 Quartil (Q <sup>3</sup> )	40,44 s	84,41 s	42,64 s
Mínimo	0,07 s	40,1 s	22,03 s
Máximo	143,63 s	99,5 s	59,36 s
Desvio Padrão	30,66 s	17,21 s	8,56 s
Coeficiente de Variação	102,62%	24,71%	22,67%

### 5.1 GRÁFICOS DE DISPERSÃO

O passo seguinte, após a análise exploratória, foi à análise de correlação entre os dados, ou seja, verificar se há dependência entre os valores. Na Figura 8, é apresentado, como exemplo, o gráfico de dispersão para a variável TEC. Nessa Figura pode-se observar que não há correlação entre as observações das amostras.

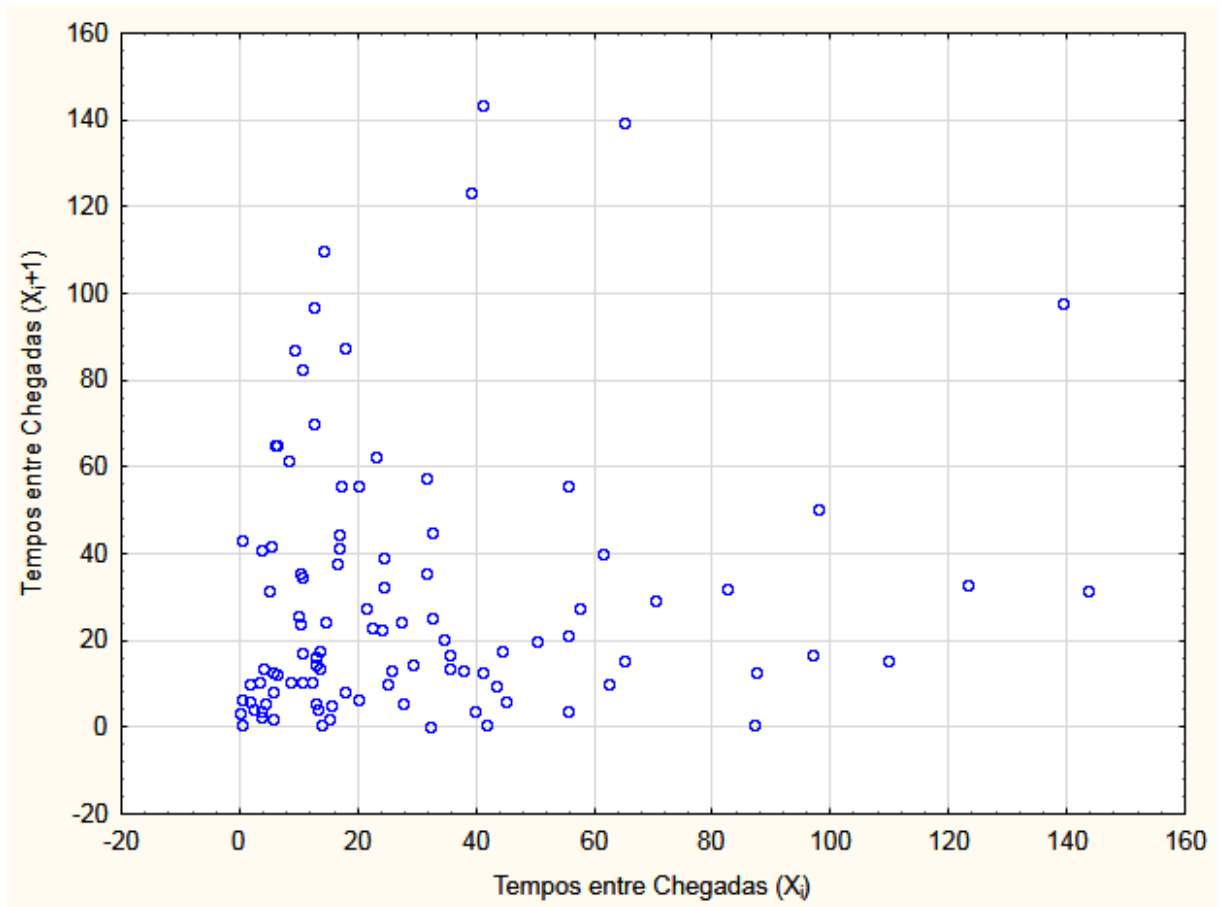


Figura 8 – Gráfico de dispersão - TEC

Fonte: O Autor.

## 5.2 TRATAMENTO DOS DADOS

Na sequência, os dados foram plotados em forma de *boxplots* (Figura 9) para uma análise preliminar do comportamento das observações. A seguir, aplicou-se a técnica de identificação de *outliers* (valores fora da normalidade) apresentada na Tabela 2 (CHWIF; MEDINA, 2007). As razões mais comuns para o surgimento desses valores são os erros na coleta de dados ou eventos raros e inesperados.

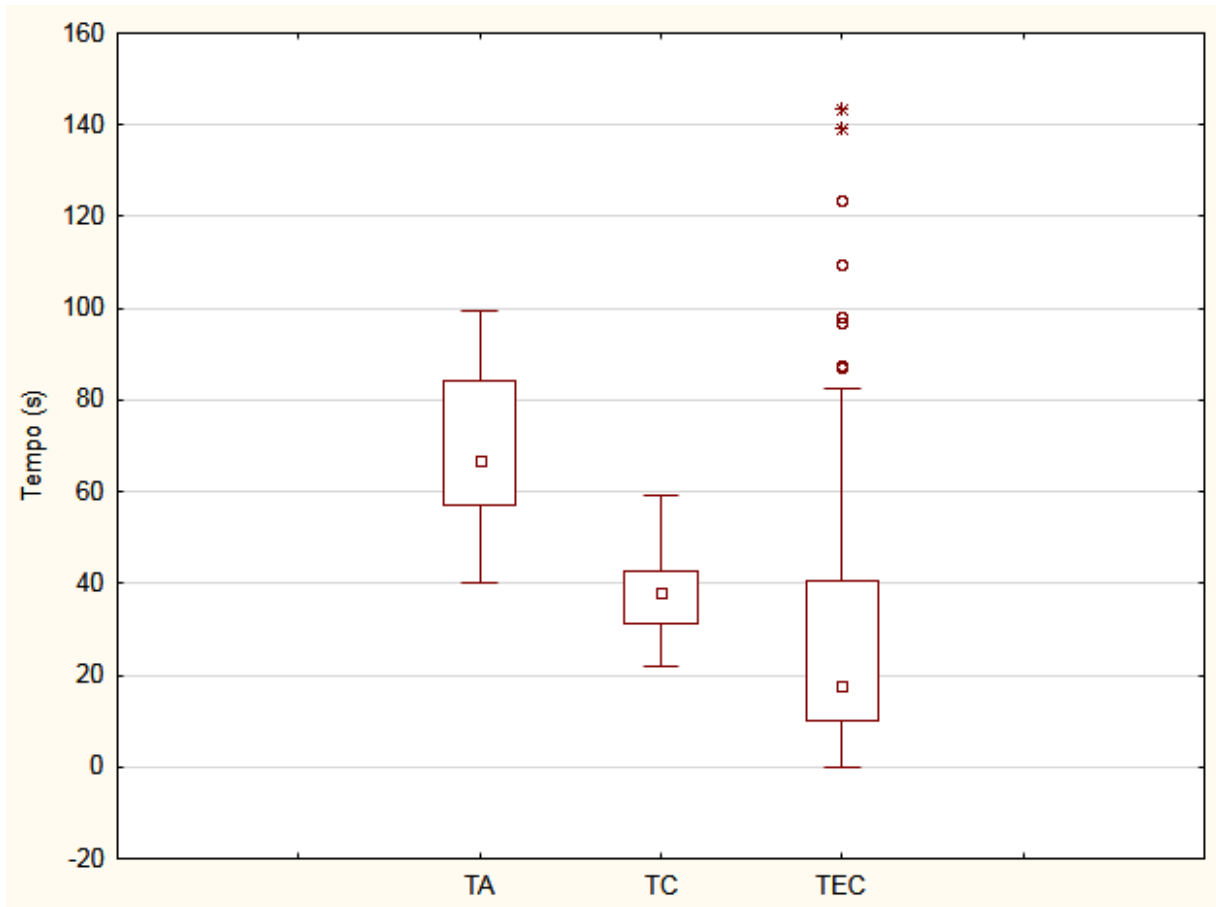


Figura 9 – *Boxplots*

Fonte: O Autor.

**Tabela 2 – Identificação de *Outliers***

$$A = Q^3 - Q^1$$

Valor  $< Q^1 - 1,5A$  - *Outlier Moderado*

Valor  $> Q^3 + 1,5A$  - *Outlier Moderado*

Valor  $< Q^1 - 3,0A$  - *Outlier Extremo*

Valor  $> Q^3 + 3,0A$  - *Outlier Extremo*

Onde  $Q^1$  e  $Q^3$  são, respectivamente, os valores do primeiro e terceiro quartis, assim a amplitude entre inter-quartil “A” é calculada pela diferença:  $A = Q^3 - Q^1$ .

Após a utilização da técnica de identificação dos *outliers*, o passo seguinte foi determinar, através da ferramenta *Input Analyser*, as curvas de distribuição teórica de probabilidades que melhor representem o comportamento estocástico do sistema em estudo. Através dos testes de aderência: teste Chi Square e do teste Kolmogorov-Smirnof, concluiu-se que as distribuições, apresentadas na Tabela 3, são as expressões que melhor se adaptaram aos dados coletados na Panificadora.

**Tabela 3 – Distribuição de probabilidades**

<b>Item</b>	<b>Distribuição</b>
TEC	EXPO(30) s
TA	UNIF(40,100) s
TC	TRIA(20,32.1,61)

### 5.3 SIMULAÇÃO

A pedido do funcionário, responsável pela gestão da Panificadora, foram construídos dois cenários de simulação do sistema de atendimento:

- Cenário 1: Clientes atendidos por três balconistas e um caixa (Cenário Atual);
- Cenário 2: Clientes atendidos por três balconistas e dois caixas.

Na Tabela 4 apresentam-se os resultados obtidos (valores médios), da simulação do sistema de atendimento, para os dois cenários.

**Tabela 4 – Resultados de simulação**

<b>Cenários</b>	<b>Nº de Balconistas</b>	<b>Nº de Caixa</b>	<b>Fila Balcão</b>	<b>Fila Caixa</b>
1	3	1	0,7	9,4
2	3	2	0,7	0,1

Nas Figuras 10 e 11 são apresentados os gráficos de fila e utilização para os dois cenários.



Figura 10 – Cenário 1

Fonte: O Autor.

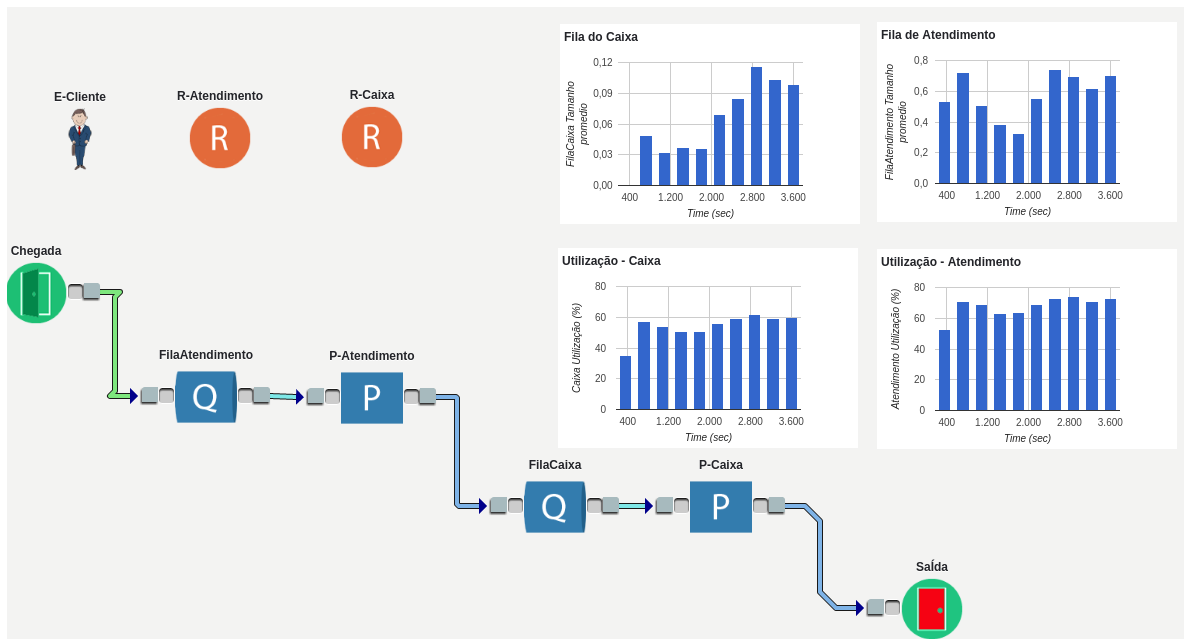


Figura 11 – Cenário 2

Fonte: O Autor.

Através dos resultados, apresentados na Tabela 4, pode-se observar que o tempo máximo de espera na fila é o número máximo de clientes na fila do caixa (Figura 10), para o cenário 1 é muito alto, para este tipo de atividade. Portanto, inviabilizando o atendimento por apenas um caixa no horário de maior movimento de clientes.



Observa-se, também, dos gráficos apresentados nas Figuras 10 e 11 uma queda na utilização do caixa.

## 6 CONCLUSÃO

Um das vantagens de se utilizar técnicas de simulação computacional é a possibilidade de descobrir com antecedência, o melhor cenário para um determinado contexto.

O software Cloudes foi eficiente e proporcionou resultados satisfatórios diante da simulação e pelo fato de sua licença livre para uso pôde ser utilizado na pesquisa sem problemas burocráticos.

Dentro deste contexto construiu-se, neste trabalho, um modelo de simulação para analisar o processo de atendimento de uma Panificadora durante o horário de maior movimento de clientes. Observou-se, através dos resultados obtidos de simulação, que para o período de maior movimento de clientes, o atendimento por dois caixas é mais vantajoso que o atendimento por um caixa, do ponto de vista do número de clientes na fila do caixa. Sugere-se, para o período de pico, a transferência de um funcionário de outro setor para atuar como caixa, desafogando, no período de pico as filas presentes, que se tornam cansativas para os clientes de uma forma geral.

A aplicação da simulação computacional gerou um conhecimento adicional à cerca do processo de atendimento para todos os envolvidos e possibilitou a identificação de oportunidades de melhorar o atendimento aos clientes para a empresa estudada.

## 7 REFERÊNCIAS

- ARENALES, M. Et all **Pesquisa Operacional**. 6. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007. 524 p.
- BANKS, J. **Hand book of simulation: principles, methodology, advances, applications, and Practice**. New York: John Wiley& Sons, 1998.
- BARBOSA, R. A. A **Modelagem e Análise do Sistema de Filas de Caixas de Pagamento em uma Drograria: Uma Aplicação da Teoria das Filas**. In: XXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Salvador: ENEGEP, 2009.
- CARNEIRO, W. M. **Experimento em um sistema de filas utilizando a simulação computacional: um estudo de caso**. In: XXVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2009, Rio de Janeiro, 2008.
- CHWIF, L.; MEDINA, A. C. **Modelagem e simulação de eventos discretos, teoria & aplicações**. São Paulo: Brazilian Books, 2007.
- DUARTE, R. N. **Simulação computacional: Análise de uma célula de manufatura em lotes do setor de autopeças**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Itajubá, MG, UNIFEI, 2003.
- FERNANDES, Carlos Aparecido et all **Simulação da Dinâmica Operacional de uma Linha Industrial de Abate de Suínos**. Campinas: Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2006.
- FREITAS FILHO, Paulo José de. **Introdução à Modelagem e Simulação de Sistemas com Aplicações em Arena**. Florianópolis: Visual Books, 2008.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. Ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- KELTON, W. D.; SADOWSKI, R.P; SADOWSKI, D. A. **Simulation with arena**. New York: McGraw-Hill, 1998.
- LAW, A.M.; KELTON, W.D. **Simulation modeling and analysis**. New York: McGraw-Hill, 2000.
- MALHOTRA, N. **Pesquisa de marketing**. 3. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.
- OLIVEIRA, C. **Análise e controle da produção em empresa têxtil, através da cronoanálise**. Trabalho Final de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) – Centro Universitário de Formiga, Formiga, Minas Gerais, 2009.
- PANIFICADORA MODERNA**. São Paulo: Disponibilizada em

<http://www.Panificadoramoderna.com.br/>. Acesso em 29/05/2017.

PRADO, Darci. **Usando o ARENA em simulação**. v.3, 4ed. Nova Lima: INDG - Tecnologia e Serviços LTDA, 2010. 307 p.

PRADO, Darci Santos do. **Teoria das Filas e da Simulação**. v.2, 4ed. Nova Lima: INDG - Tecnologia e Serviços LTDA, 2009. 127 p.

SARGENT, R.G. **Verification and validation of simulation models**. In: Proceedings of the 1998 Winter Simulation Conference, 1998.

SEBRAE. **Estudo de Tendências: Perspectivas para a Panificação e Confeitaria**. 2009. Disponível em: <[http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS\\_CHRONUS/bds/bds.nsf/4AC5C034FC7F782E832576330053107A/\\$File/NT0004207E.pdf](http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/4AC5C034FC7F782E832576330053107A/$File/NT0004207E.pdf)>. Acesso em: 11 jul.2017.

SECCHI, Argimiro. **Modelagem e Simulação de Processos**. Disponível em: <[http://www2.peq.coppe.ufrj.br/Pessoal/Professores/Arge/COQ790/MOdelagem\\_Processos.pdf](http://www2.peq.coppe.ufrj.br/Pessoal/Professores/Arge/COQ790/MOdelagem_Processos.pdf)>. Acesso em 16 nov. 2016.

SILVA, Carlos G. B. da; MAGALHÃES, Marcílio B. **Simulação do Atendimento dos Caixas em Agências Bancárias**. Minas Gerais: Viçosa, 2005.