

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE ENGENHARIA
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
KAIO VASCONCELOS DE OLIVEIRA

SIMULAÇÃO DE ATENDIMENTO DE CAIXA DE UM CORRESPONDENTE
BANCÁRIO

DOURADOS

2016

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE ENGENHARIA
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
KAIO VASCONCELOS DE OLIVEIRA

SIMULAÇÃO DE ATENDIMENTO DE CAIXA DE UM CORRESPONDENTE
BANCÁRIO

Trabalho para conclusão do curso de graduação apresentado para obtenção do título de bacharel em Engenharia de Produção. Faculdade de Engenharia, Universidade Federal da Grande Dourados.

Orientador: Prof. Ms Márcio Rogério Silva

DOURADOS

2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

O48s Oliveira, Kaio Vasconcelos De

SIMULAÇÃO DE ATENDIMENTO DE CAIXA DE UM
CORRESPONDENTE BANCÁRIO / Kaio Vasconcelos De Oliveira --
Dourados: UFGD, 2016.

24f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Márcio Rogério Silva

TCC (Graduação em Engenharia de Produção) - Faculdade de Engenharia,
Universidade Federal da Grande Dourados.

Inclui bibliografia

1. Teroria de filas. 2. Simulação. 3. Correspondente bancário. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

KAIO VASCONCELOS DE OLIVEIRA

SIMULAÇÃO DE ATENDIMENTO DE CAIXA DE UM CORRESPONDENTE
BANCÁRIO

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção na Universidade Federal da Grande Dourados, pela comissão formada por:

Orientador: Prof. Ms. Márcio Rogério Silva
FAEN – UFGD

Examinador: Prof. Ms. Carlos Eduardo Soares
Camparotti
FAEN – UFGD

Examinador: Prof. Dr. João Augusto Borges
FACE-UFGD

Aprovado em: ____/____/____

AGRADECIMENTOS

Embora este trabalho seja pessoal, não é o fruto do esforço de uma só pessoa. De maneira humilde e com o maior prazer, gostaria de agradecer a várias pessoas, que deram o seu valioso contributo para que este trabalho de conclusão de curso se concretizasse. Muito obrigado a todos pela ajuda e compreensão de todos pelos momentos ausentes.

Sumário

1. INTRODUÇÃO	7
2. REFERENCIAL TEÓRICO	8
2.1. Correspondente Bancário	8
2.3. Simulação.....	14
3. MATERIAIS E MÉTODOS	15
3.1. Atividades bancárias	16
3.2. <i>Input Analyser</i>	16
3.3. Software Arena.....	17
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
4.1.1. Intervalo de chegada.....	18
4.1.2. Tempo de Atendimento.....	20
4.2. Modelagem no Arena.....	20
5. CONCLUSÃO	22
6. REFERÊNCIAS.....	23

1. INTRODUÇÃO

As filas de espera no cotidiano são de certa maneira aceitáveis, visto que não podem ser evitadas, porém longas esperas muitas vezes causa transtornos e atrasos para os indivíduos que se encontram nessa situação. Dentre os impactos que uma grande espera pode acarretar, a insatisfação do cliente é um dos mais significativos, uma vez que pode acarretar na desistência do atendimento e eventual troca do prestador de serviço.

Para as empresas de serviço é primordial que o cliente seja o centro da atenção, fazendo com que a haja fidelização destes além da conquista de novos consumidores (BARBOSA et al., 2009). Buscando o aperfeiçoamento do atendimento é imprescindível a realização de investimentos que permitam reduzir o tempo gasto em filas e no atendimento, minimizando prejuízos em produtividade e tempo, garantindo assim a maior lealdade de seus clientes no serviço prestado.

A abordagem matemática de filas teve início em meados de 1908 em Copenhague, na Dinamarca, com A. K.Erlang, que buscou soluções para o tráfego de telefonia na companhia telefônica onde trabalhava.

Para resolver os problemas relacionados à filas utiliza-se o domínio da pesquisa operacional, aplicando a teoria das filas, abordando conceitos matemáticos e probabilísticos para nortear a melhor decisão a ser tomada. Logo a teoria das filas é uma técnica estatística que tem como objetivo estabelecer quando, em algum serviço, ocorre a chegada de clientes (indivíduos ou objetos) aleatoriamente, ou não, como pessoas que chegam ao banco para fazer o pagamento de uma conta ou produtos que esperam na linha de produção em uma fábrica (TÔRRES, 1966).

Com o surgimento do computador na década de 50 e o das linguagens de simulação na década de 60, a modelagem de filas passou a ser realizada pela ótica da simulação, em que se tenta imitar o funcionamento do sistema real. Em meados da década de 80 a criação da técnica de simulação visual foi acompanhada de uma grande aceitação, por apresentar um menor nível de complexidade e pela possibilidade de utilização em microcomputadores pessoais. Desde então, as linguagens de simulação estão sendo cada vez mais difundidas e utilizadas, algumas delas mundialmente conhecidas como os softwares Arena, ProModel, AutoMod, Simscript, entre outros (MELLO, 2007).

Infelizmente, os pressupostos requeridos por uma matemática relativamente simples fazem com que o modelo não se ajuste muito bem à realidade, mas muitas dessas dificuldades podem ser superadas se forem combinadas inteligência e imaginação com a verdadeira

compreensão da teoria das filas. Esses atributos devem ser utilizados pelas empresas para que possam conquistar nova clientela e manter a antiga.

Atualmente a sociedade está totalmente interligada por meio da informatização, e crescimento tecnológico, visto que há uma tendência elevada do envelhecimento da população, surge a necessidade de novas ferramentas (MORTARI, 2011). Com algumas limitações para a interação dos idosos com a internet, pois há limitações provenientes do envelhecimento, entre outros motivos os quais tendem a ser receosos quanto a utilização de novas tecnologias (TEZZA; BORNIA, 2010).

Agindo em conjunto com a acessibilidade, sendo definida pela Legislação Brasileira como dar condição para a utilização com segurança e autonomia total ou assistida dos espaços, mobiliários e equipamentos urbanos, das edificações, dos serviços de transporte e dispositivos, dos sistemas e meios de comunicação e informação por pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida (BRASIL, 2013). Surge os correspondentes bancários que por sua vez, com o auxílio da tecnologia de informação para gerar acesso aos serviços bancários à população de baixa renda ou a áreas com a inexistência de agências bancárias.

Sendo assim quando se trata de uma operação comercial a situação de filas de espera permite a instauração de clientes insatisfeitos e conduz à perda de negócios. O tempo de espera em uma fila retrata a qualidade da prestação de serviço de uma empresa e pode ser significativa na decisão da escolha do consumidor por determinado produto. O estudo de filas almeja proporcionar parâmetros para o sistema de atendimentos e arranjo de caixa para beneficiar o atendimento e reduzir o acúmulo de serviços para um determinado caixa.

Tendo como objetivo analisar o comportamento da fila em um correspondente bancário, aplicando os conceitos e técnicas propostas na teoria das filas, com isso agindo de maneira a otimizar e encontrar uma solução para o melhor o fluxo existente na fila.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Correspondente Bancário

Os correspondentes bancários são caracterizados por estabelecimentos que não são agências bancárias porém exercem atividades bancárias, podendo ou não realizar outros segmentos de atividades (JAYO; DINIZ, 2009; JAYO, 2010; YOKOMIZO; DINIZ; CHRISTOPOULOS, 2010). Costa (2009) utiliza a denominação correspondentes não bancário para se referir ao mesmo ramo, pois na visão dele ao se denominar correspondente bancário supõe-se que este seja capacitado para realizar todas as atividades que uma agência bancária

realizaria, quando na realidade a atividade dos correspondentes não é tão amplificada quanto da agência.

A definição mais utilizada de correspondente bancário é de uma solução com o auxílio da tecnologia de informação para gerar acesso aos serviços bancários à população de baixa renda ou a áreas com a inexistência de agências bancárias. Porém, analisando o contexto, os correspondentes além de gerarem meramente o acesso, atingem também o patamar de inclusão bancária ao inserir no âmbito bancário indivíduos que não utilizava deste tipo de instituição, isso se deu pela criação de contas simplificadas, sem a necessidade de comprovante de renda e do depósito de uma quantia determinada para que a conta fosse efetivada (BITTENCOURT; MAGALHÃES; ABRAMOVAY, 2005).

Inicialmente os correspondentes surgiram com o pretexto de serem utilizados para saque de benefícios sociais pela população mais carente, tornando esse serviço mais acessível, posteriormente a instituição foi aberta para o recebimento de contas devido a demanda observada e para “desafogar” as agências (CERNEV *et al.*, 2009; JAYO, 2010; SOARES; ALVES, 2006).

Atualmente os correspondentes podem exercer diversas atividades conforme determinado pelo Banco Central (BRASIL, 2011), são elas:

- Recepção e encaminhamento de propostas de abertura de contas de depósitos à vista, a prazo e de poupança mantidas pela instituição contratante;
- Realização de recebimentos, pagamentos e transferências eletrônicas visando à movimentação de contas de depósitos de titularidade de clientes mantidas pela instituição contratante;
- Recebimentos e pagamentos de qualquer natureza, e outras atividades decorrentes da execução de contratos e convênios de prestação de serviços mantidos pela instituição contratante com terceiros;
- Execução ativa e passiva de ordens de pagamento cursadas por intermédio da instituição contratante por solicitação de clientes e usuários;
- Recepção e encaminhamento de propostas de operações de crédito e de arrendamento mercantil concedidas pela instituição contratante, bem como outros serviços prestados para o acompanhamento da operação

- Recebimentos e pagamentos relacionados a letras de câmbio de aceite da instituição contratante;
- Recepção e encaminhamento de propostas de fornecimento de cartões de crédito de responsabilidade da instituição contratante;
- Realização de operações de câmbio de responsabilidade da instituição contratante.

Os correspondentes podem ser empregados direta ou indiretamente, em que neste último caso é realizado pelos gestores de rede que são empresas contratadas com a finalidade de atuar como um elo integrador entre a instituição financeira que oferece o serviço e os correspondentes que recebem esse serviço e oferecem para a população, o método direto ocorre com a contratação do serviço de correspondente diretamente da instituição bancária para o correspondente bancário, sem intermediários (JAYO, 2010)

A norma que regulamentou os correspondentes bancários foi a resolução 2.640 e 2.707 do Conselho Monetário Nacional (CMN) instituída em 2000, onde permitia a terceirização de alguns serviços para outros estabelecimentos comerciais que não a agência bancária, a determinação em 2003 das resoluções 3.110 e 3.156 estabeleceu as atividades que poderiam ser realizadas nos correspondentes, além de normas para a contratação desse tipo de serviço.

Com o intuito de aumentar a oferta de serviços bancários, foram criados três instrumentos de acesso: o correspondente bancário; o microcrédito (que tem a intenção de fornecer crédito de baixo valor para viabilizar serviço de natureza profissional, comercial e industrial) e as cooperativas de crédito, como três são os vértices para captar e aplicar recursos atendendo seus associados. A evolução do setor bancário não se deu de maneira constante, foi periódica, o que Cernev (CERNEV *et al.*, 2009) chama de ondas de evolução (Tabela 1).

Tabela 1 – Evolução do setor bancário brasileiro ao longo das décadas de 1960 a 2000

	Início	Tecnologia	Demanda de mercado	Regulamentação
1ª onda	Metade da década de 1960	Mainframe	Aumento do número de clientes leva ao crescimento do volume de transações processadas em BackOffice	Incentivos à concentração bancária e à automação de registros contábeis
2ª onda	Metade da década de 1970	Minicomputadores	Necessidade de processamento no nível da agência; implantação de sistemas online	Restrição às importações e investimento na indústria nacional

	Início	Tecnologia	Demanda de mercado	Regulamentação
3ª onda	Metade da década de 1980	Microcomputadores	Demanda por autoatendimento, no ambiente da agência e através de caixas eletrônicos	Controle inflacionário
4ª onda	Metade da década de 1990	Home e Office Banking; Internet	Maior interatividade e comodidade para clientes que já dispõem de computadores	Legislação de provedores e responsabilidade na web
5ª onda	Metade da década de 2000	Mobilidade e convergência digital	Maior capilaridade e ubiquidade para expansão da rede de clientes	Sistema financeiro incluso e telecomunicações no mercado financeiro

Fonte: Cernev (2009)

Os correspondentes bancários só foram incluídos na quinta onda de evolução que ampliou a possibilidade de criação de novos canais de distribuição. Todas as evoluções aplicadas contribuíram para aumentar o acesso e o número de clientes do setor bancário, agregando valor aos produtos existentes e possibilitando a criação de novos produtos e serviços no âmbito financeiro.

Para as entidades bancárias o correspondente é um canal para o relacionamento com clientes e não clientes com menor custo de infraestrutura, mão de obra especializada e outros custos operacionais, se comparada ao custo de implantação de uma agência bancária tradicional (JAYO, 2010).

Em 2011 existiam 160.943 correspondentes no Brasil, e 319.696 agências bancárias, 5 anos depois o número de correspondentes já era 57,1% maior (282.011) enquanto o número de agências reduziu a 23.573 (Banco Central)

2.2. Teoria das filas

A definição de fila pode ser dada por uma linha de espera formada por indivíduos que demandam de um serviço ou atendimento em um canal que realize esse serviço (MIRSHAWKA, 1981). A teoria das filas analisa qualquer tipo de estabelecimento em que haja a formação de filas. A formação de filas é uma prática presente constantemente na vida das pessoas, que enfrentam esse tipo de situação para poder efetuar tarefas do cotidiano, como enviar uma carta, pagar uma conta, comprar ingresso e entre outros (PRADO, 2004).

As filas longas e demoradas provocam intensa irritação por parte dos clientes, que em muitos casos necessitam ficar horas em pé, em local de pouca ventilação e acabam por

deixar de frequentar certos estabelecimentos por esses motivos. Segundo Prado (2004), a não existência das filas tornaria os clientes mais satisfeitos, mas para que isso ocorra um dimensionamento adequado seria necessário para evitar assim o aborrecimento dos indivíduos frequentadores desses serviços.

A teoria das filas foi desenvolvida pelo engenheiro Agner Krarup Erlang, que, analisando os painéis de controle das centrais telefônicas, observou a necessidade de quantificar o número de circuitos necessários para que as chamadas telefônicas fossem atendidas de maneira adequada (FOGLIATTI; MATTOS, 2007).

Visando a melhoria deste sistema Erlang iniciou o estudo da formação de filas e a caracterização destas fazendo uso de fórmulas matemáticas. A busca de um ponto de equilíbrio entre o atendimento aos clientes que possuem uma demanda, no menor tempo possível e que ainda seja economicamente viável ao servidor que oferece este atendimento são os princípios que norteiam a teoria das filas (CAMELO, 2010)

Apesar de ter seu início nas chamadas telefônicas, este método apresenta ampla abrangência e aplicabilidade, já tendo sido utilizada para a análise do fluxo nas rodovias dos EUA com o propósito de otimizar o fluxo de tráfego (MOORE; WEATHERFORD, 2005), cadeias de suprimento, atendimento a clientes em bancos, supermercados, restaurantes, serviços de comunicação, processamento de dados, produção de indústria, sistemas de check-in em aeroportos, ou seja, todo o processo que envolva a formação de filas de alguma maneira pode ser otimizada pela teoria de filas, buscando minimizar os gargalos e problemas com espera, oferecendo assim um serviço em menor tempo e com aumento de lucratividade (CHIAVENATO, 2003; MIRANDA *et al.*, 2010; PÉREZ; RIAÑO, 2007; WANKE, 2011)

Cox (1974) conceitua a teoria de filas como um sistema com a demanda de um determinado serviço por parte do usuário e uma limitação para a oferta deste serviço, o ocasionador da espera. Cinco atributos principais compreendem o sistema de filas: chegada, o atendimento, a quantidade de servidores, o tamanho da população, a disciplina da fila e a capacidade do sistema (Figura 1) (ANDRADE, 1998; BANKS *et al.*, 2010; PRADO, 2004).

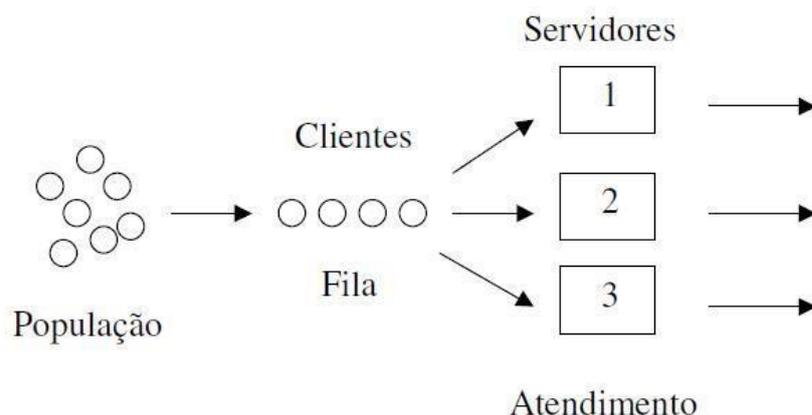


Figura 1 - Elementos para formação de uma fila

O sistema de chegada é baseado na quantidade média de chegadas em uma unidade de tempo (DA SILVA PORTUGAL, 2005), quando este ocorre de maneira aleatória obedece a distribuição de probabilidade como a de Poisson, já utilizada com êxito em modelos e bancos, restaurantes e supermercados (ANDRADE, 2015; BANKS *et al.*, 2010). Para aperfeiçoar o método de chegada uma análise estatística deve ser realizada (ANDRADE, 1998).

O processo de atendimento é a duração do serviço, geralmente composta por variáveis aleatórias, portanto pode ser determinado de maneira exponencial, Weibull, Gamma, Log Normal, entre outros (BANKS *et al.*, 2010). Enquanto a quantidade de servidores compreende a maneira como ocorre o atendimento ao indivíduo, que varia entre o mais simples, com apenas um servidor que atende um indivíduo de cada vez, até o de vários ou até infinitos servidores (self-service) (PRADO, 2004).

A medida da população pode ser de duas formas, finita ou infinita, na primeira a quantidade depende do total de indivíduos que serão atendidos, enquanto na segunda a taxa de chegada não afeta a quantidade de indivíduos que adentram ou deixam o sistema. (BANKS *et al.*, 2010; PRADO, 2004).

A definição da ordem pela qual os clientes são selecionados para atendimento é o que caracteriza a disciplina da fila, pode ser no modelo *First In First Out* (FIFO), *Last In First Out* (LIFO), prioritário, randômico, entre outros (ANDRADE, 2015; TAHA; MARQUES; SCARPEL, 2008).

A capacidade do sistema refere-se o número de clientes que o conjunto suporta e pode ser limitada ou ilimitada (BANKS *et al.*, 2010).

Para análise do sistema de filas utiliza-se uma ferramenta para a modelagem dessas filas como forma de representar e auxiliar na tomada de decisão; estas, por sua vez, podem apresentar

duas abordagens: uma analítica, voltada para as fórmulas matemáticas e uma simulada, que utiliza softwares para representar o sistema investigado (PRADO, 1999- PRADO, 2004a)

O método analítico pode ser descrito pela notação de Kendall: A/B/c/K/M/z, onde os caracteres variam conforme a distribuição, as variações podem ocorrer conforme a distribuição escolhida (Tabela 2).

Tabela 2- Possibilidades de caracteres para a aplicação do método analítico

	Definição	Caracteres	Distribuição
A	Distribuição de tempo entre chegadas	M	Lei de Poisson (Markoviano)
		D	Determinística
		E δ	Erlang δ
		GI	Independência Geral
B	Distribuição de tempo de serviço	M	Lei de Poisson (Markoviano)
		D	Determinística
		E δ	Erlang δ
		GI	Independência Geral
c	Número de canais de serviços	1,2,3,4... ∞	.
K	Capacidade do sistema	1,2,3,4... ∞	.
M	Tamanho da população	1,2,3,4... ∞	.
Z	Disciplina da fila	FIFO	Primero que chega é o primeiro que sai
		LIFO	Ultimo que chega é o primeiro que sai
		SIRO	Ordem aleatória de atendimento
		PRI	Atendimento prioritário

Fonte: Adaptado de Portugal (SILVA, 2005)

A simulação reproduz o funcionamento real de um sistema utilizando softwares, e através da representação gráfica retrata as informações e suas correlações, além de apresentar a consequência das mudanças pontuais relativas ao sistema de filas de modo virtual, antecedendo problemas antes da aplicação no sistema real (ANDRADE, 2002). Prado (2006) argumenta que “tudo o que pode ser descrito pode ser simulado”.

Por atingir diversas áreas e ter a capacidade de simular distintas situações procurando soluções favoráveis para a problemática das filas, a simulação é considerada a ferramenta mais moldável e adaptativa do que os sistemas analíticos (SHABAYEK; YEUNG, 2002).

2.3. Simulação

A simulação é uma das técnicas mais populares empregadas a análises de sistemas industriais complexos. Em virtude de na fase operacional compreender as maiores potencialidades de se buscar os melhores resultados com o uso da simulação (O'Kane et al. 2000).

Não sendo de maneira teórica, mas uma metodologia de que busca alcançar a solução problemas, visando a implementação e análise de um procedimento real (físico) ou proposto em um computador (de forma virtual) ou até mesmo em protótipos (ensaios). Sendo um ato de imitar um procedimento real em menor tempo e com menor custo, permitindo um melhor estudo do que vai acontecer e de como consertar erros que gerariam grandes gastos (Shannon, 1975).

Para Moreira (2001), o primeiro passo da modelagem corresponde à identificação das variáveis do problema. Em seguida, ocorre a elaboração do modelo em si. Pode ser a parte mais difícil do processo de simulação. A dificuldade decorre do fato de que, na construção de modelos, é exigida tanto arte quanto técnica, levando-se em conta todas relações importantes, tanto entre as variáveis internas do sistema quanto entre este e o meio ambiente que o cerca.

Objetivando uma similaridade com o sistema real, dentro de certas limitações, e poderá chegar-se a conclusão de que alguns dados que foram coletados não serão utilizados, e por outro lado, para se atingir o objetivo do estudo, outros dados não previstos, deverão ser levantados (Pereira, 2000).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O desenvolvimento do trabalho foi iniciado com a identificação do problema, constatado com uma taxa de espera esporádica nas filas de atendimento do correspondente bancário. Em seguida foi realizada uma revisão de literatura a respeito da Teoria das Filas, através de pesquisas em livros, teses, artigos, trabalhos científicos e revistas especializadas. Além disso, foram pesquisados estudos de casos que estivessem diretamente relacionados ao tema em questão, visando-se fazer uma análise dos resultados e conclusões obtidas, para auxiliar no prosseguimento do trabalho.

Para tentar retratar o funcionamento do local estudado, se utilizou o software de simulação Arena, definindo todas as entradas e saídas do processo, e avaliando as variáveis com maior grau de significância para o estudo. Sendo realizado um estudo de caso em correspondente bancário simulando filas geradas pelos clientes que frequentam, com uma variação quanto ao número de atendentes, fluxo de entrada.

Os dados foram coletados por intermédio de observações sobre o tempo de atendimento para avaliar o tempo do operador de caixa, para as chegadas de clientes utilizou o sistema diário do correspondente, onde marca a hora de chegada para ser atendido. Após a coleta dos dados foram lançados em duas ferramentas do software Arena, o *Input Analyser* e o *Output Analyser*, para organização, tratamento, validação e geração de informações. Feito isso, obteve-se um relatório com os resultados, que serão analisados e discutidos no decorrer do trabalho.

3.1. Atividades bancárias

Para facilitar a coleta de dados, desenvolveu-se um plano de coleta e processamento dos dados, dividindo o sistema em partes, com a finalidade de se obter as informações relevantes ao processo. Os processos foram analisados separadamente, como processo de chegada ao sistema e processo de atendimento dos usuários. Para a coleta utilizou-se uma planilha para anotação dos dados coletados.

Por ser um correspondente bancário, foram realizadas atividades iguais a uma agência comum, mas com algumas limitações de limites de pagamentos.

As coletas foram realizadas de 01 de dezembro de 2015 até 29 de fevereiro, e para ambos processos, de modo a serem eliminadas as tendências e para fazer a validação dessas coletas. É importante ressaltar também que os dados foram coletados no horário de funcionamento do estabelecimento o qual era composto das 08h 30min e fechando as 18h de segunda a sexta, aos sábados das 08h 30min até as 12h.

3.2. *Input Analyser*

Para análise estatísticas dos dados é necessário a utilização de uma ferramenta, visto existir uma capaz de realizar este processo conhecida como *Arena Input Analyser*. Antes de serem inseridos nesta ferramenta, os dados foram adicionados e salvos em um arquivo texto para então serem processados.

Conforme FREITAS (2001), o *Input Analyser* tem o propósito de auxiliar o analista nas tarefas de tratamento dos dados brutos, identificação da distribuição de probabilidades por meio de testes de aderência e estimação de seus parâmetros, que é a sua principal função. Estas análises visam identificar e avaliar as melhores opções para as distribuições de probabilidades. O resultado é uma expressão que pode ser usada nos modelos implementados no Arena.

A ferramenta *Input Analyser* foi utilizada para processar os dados coletados na correspondente bancário, fornecendo os relatórios contendo as estatísticas, como valores de máximo e mínimo, média, desvio-padrão, entre outras, auxiliando os analistas na solução do problema em questão.

3.3. Software Arena

A PARAGON empresa responsável pela distribuição do software Arena, o considera como uma ferramenta para análise de cenários por meio de simulações dos processos, onde há um aumento da complexidade e/ou aleatoriedade passa a ser necessário a utilização para melhor compreender. Com uma ampla gama de utilidades, e sendo utilizados por todos os seguimentos industriais, por acadêmicos, em virtude de sua facilidade de acesso e compreensão.

A técnica utilizada pelo Arena para montar qualquer modelo é a programação visual (Figura 2), em que o fluxo do sistema é criado na tela do computador na forma de um diagrama de blocos (Figura 3). Portanto, cada bloco representa um evento no sistema como, por exemplo, a chegada de um veículo, seu atendimento, entre outros. É dito então que o modelo representa o sistema que se deseja simular, conforme a própria “visão do mundo” do Arena. Esses blocos funcionam como comandos de uma linguagem de programação como Fortran, Cobol. Obviamente foram projetados sob a ótica da simulação e, por isso, facilitam muito essa tarefa de programação (PRADO, 2004).

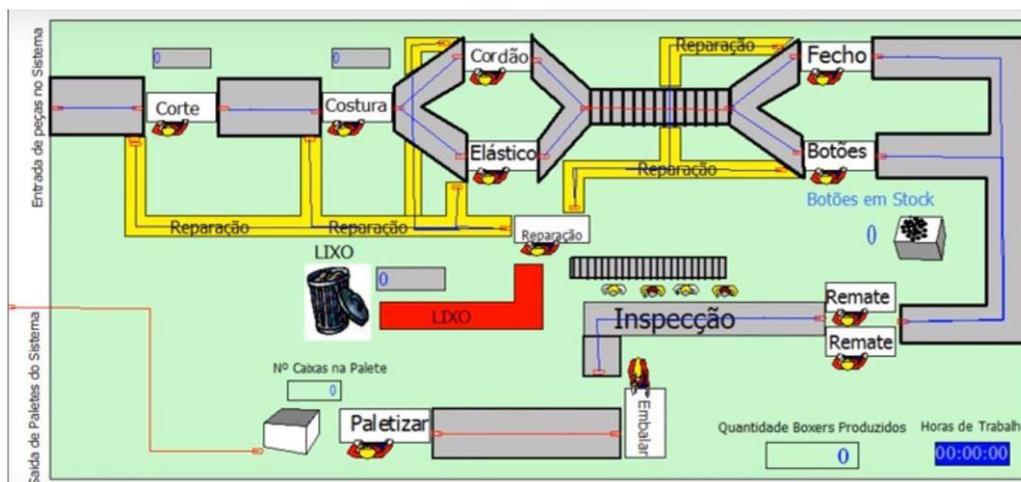


Figura 2 - Software arena parte de animação

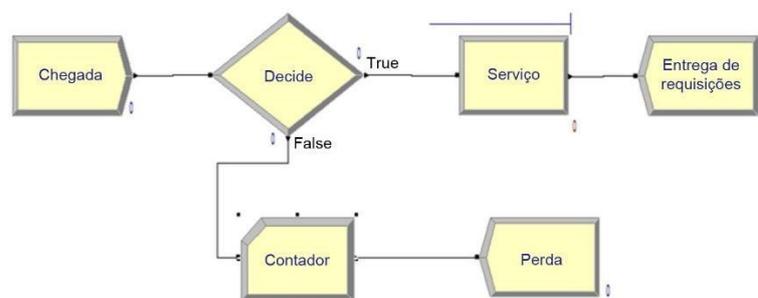


Figura 3 - Software arena parte lógica, fluxograma de montagem

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente estudo, visando alcançar os objetivos descritos no início do trabalho, procurou quantificar e analisar, um correspondente bancário da Caixa Econômica Federal, na cidade de União da Vitoria – PR, as seguintes variáveis: o tempo médio e máximo que uma pessoa fica na fila e no sistema e saíram do sistema por período de tempo.

A empresa estudada é uma empresa familiar, onde há um revezamento nas atividades de atendimento, com isso o público frequentador não se importa com o tempo de espera na fila, visto ser muito menor se comparado com empresa do mesmo segmento. O público que frequenta o estabelecimento é representado em sua maioria por idosos, e microempresários que desejam quitar suas contas. Outra parcela é pessoas de baixa queda que o frequentam para sacar seus auxílios.

Para fazer uma representação do sistema que se assemelhe à realidade, deve ter um bom conhecimento deste para poder obter o máximo de informações relevantes sobre o funcionamento e sua lógica, as variações no funcionamento, pessoas e recursos envolvidos, entre outros que são indispensáveis ao modelo. Análise estatística dos dados

4.1.1. Intervalo de chegada

O processo de chegada dos clientes na fila dos caixas do correspondente foi analisado com base no relatório final diário, avaliando cada processo atividade realizada considerando a diferença entre as mesmas atividades realizadas. O Tabela 3Tabela apresenta o modelo de relatório diário, sendo apresentado apenas uma parte dele, retirando dados confidenciais. Com a coleta de todos os relatórios diários de dezembro de 2015 a fevereiro de 2016, os dados foram tabulados em planilhas do Excel e separando atividade por atividade.

Tabela 3 - Modelo de relatório diário das transações por operador

Relatório de Transações Realizadas em 04/01/2016		
Transações Diárias por Operador		
Hora	Descrição	Situação
17:50:23	*SALDO	Efetivada
17:32:47	*DEPOSITO CCA	Efetivada
17:30:41	BOLETO CCA	Efetivada
17:29:41	*SALDO	Efetivada
17:28:50	*SAQUE CCA	Efetivada
17:27:44	*SALDO	Efetivada
17:25:42	BOLETO CCA	Efetivada
17:24:46	*DEPOSITO CCA	Efetivada
17:23:41	BLOQ OUT BANCO CCA	Efetivada

Para o fluxo de chega estimou a média diária de atendimento geral dos meses analisado, mais a média do fluxo de cada atividade realizada. Os resultados gerados pelo *Input Analyser* demonstram que os intervalos entre as chegadas variaram de 1 a 241 minutos, divididos em 7 intervalos. A média simples foi de 17,7 minutos, com um desvio padrão de 45,6 minutos (Figura 4).

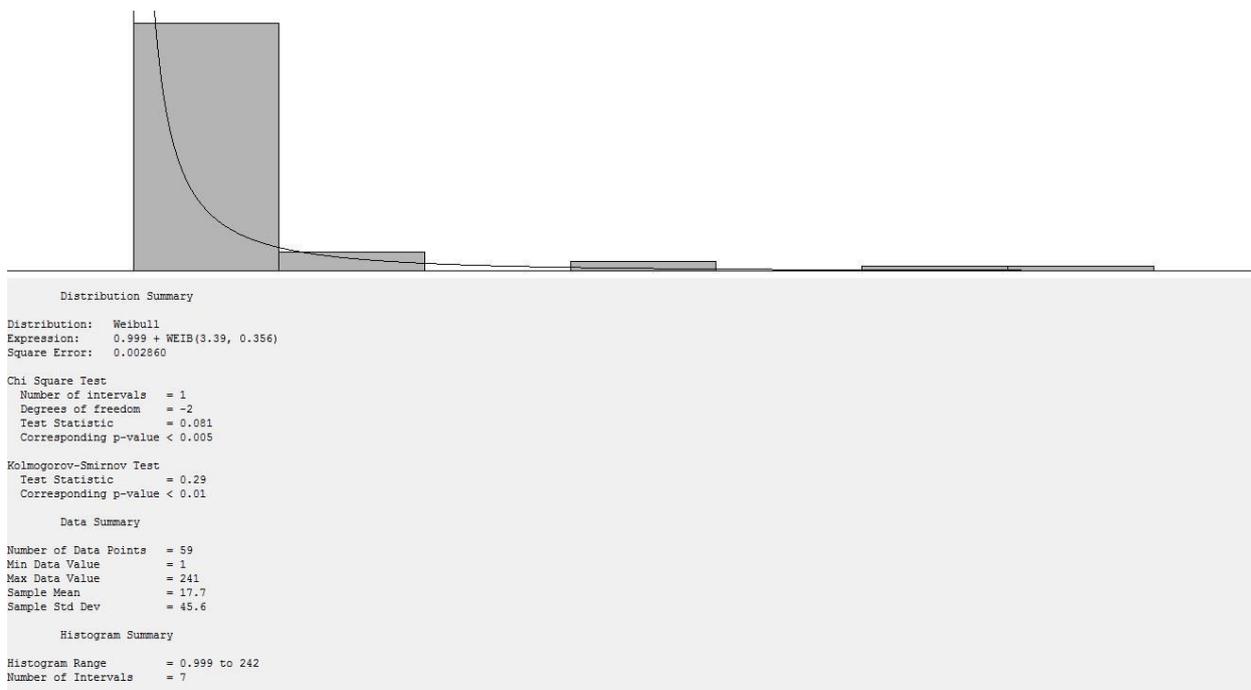


Figura 4 - Análise estatística através do Input Analyser para fluxo de chegada de clientes

Verificou-se que a distribuição Weibull foi a mais adequada entre as distribuições testadas, apresentando um erro quadrado aceitável (0,002860) para o problema em questão. A expressão utilizada como dado de entrada no software Arena foi $0,999 + WEIB(3,39; 0,356)$, a qual foi fornecida pelo *Input Analyser*.

4.1.2. Tempo de Atendimento

Os tempos de atendimento no correspondente bancário foram agrupados de maneira que não houvesse distinção entre os dias e/ou horários, tentando com isso retratar ao máximo a realidade, já que foi observado que não há uma variação significativa nos tempos gastos com atendimento aos clientes.

Para o estudo dos tempos de atendimento foram coletados 23 dados, com os valores variando de 1 a 3 minutos, divididos em 5 intervalos. A expressão utilizada como dado de entrada no software Arena foi $NORM(1; 3)$, a qual foi fornecida pelo *Input Analyser*.

4.2. Modelagem no Arena

O processo de montagem no software arena para criação da parte lógica utilizou um módulo *Create* é o ponto de partida para todo o modelo, sendo deste ponto o surgimento dos clientes, sendo inseridas informações importantes, como intervalo de tempo de chegada. Com três módulos *Leave* é um bloco de transferência de uma estação para outra, ou seja, do ponto de chegada para a entrada no correspondente. Três *Enter* para definição das etapas de processamento, definindo uma estação correspondente a um espaço físico. Um módulo *Seize* utilizado para alocar um ou mais recurso para uma entidade, ou seja, quando uma entidade entra no módulo ele aguarda em uma fila. Um módulo *PickSation* processo de decisão do cliente, para alocar ele no caixa que estiver vazio. Um módulo *Process* um bloco simples que serve para representar o atendimento ao caixa. Um módulo *Release* processo de liberação do caixa. Um módulo *Dispose* é o fim do processo (Figura 5). Já para a animação utilizou quatro *Station* sendo definido como uma estação a qual corresponde a um espaço físico do local. Com três *Route* bloco para transferência de um lugar para outro, ou como o próprio nome diz é uma rota a qual a entidade ira percorrer. Um *Queue* bloco de controle da fila (Figura 6).

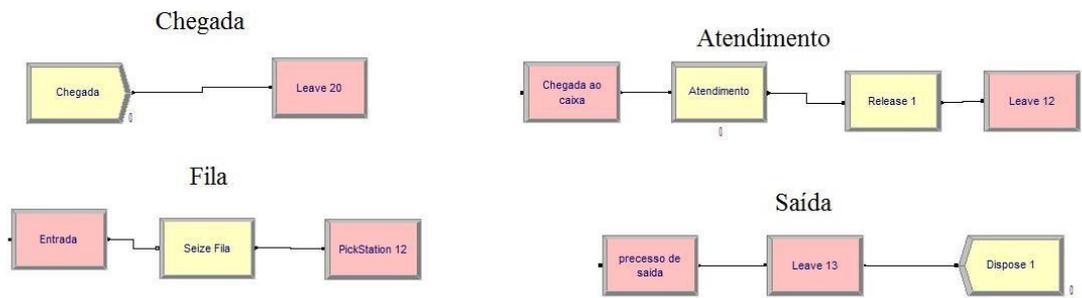


Figura 5 - Parte lógica para sistema do correspondente bancário

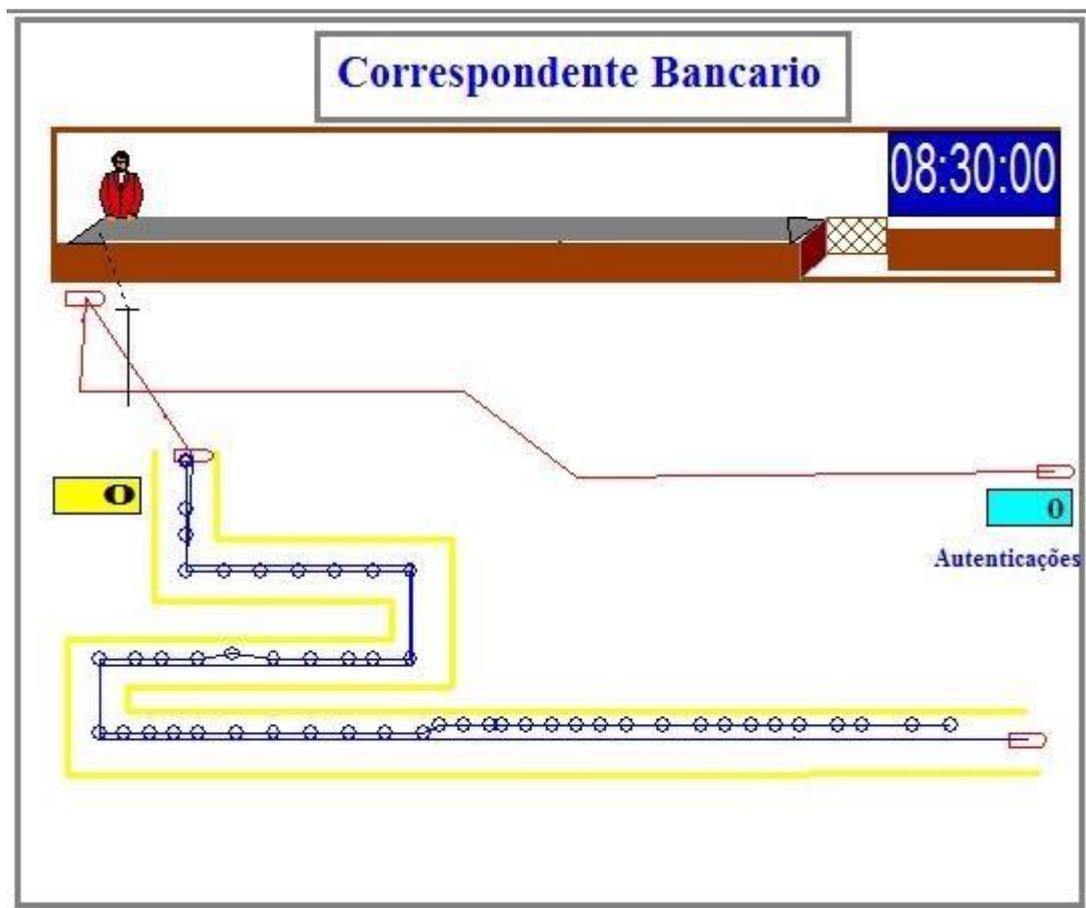


Figura 6 - Animação da simulação do correspondente bancário

Os resultados a serem apresentados a seguir são, na verdade, valores médios obtidos de todas as replicações em cada processo. Os primeiros resultados dizem respeito ao tempo real de atendimento com o resultado para o tempo médio de permanência na fila foi de 1,44 minutos, enquanto o tempo máximo alcançou 2,58 minutos. Isto foi estipulado para um

número de 15 replicações para a simulação piloto, analisando no Output Analyzer para estimar qual seria o número de ideal de replicações (Figura 7). Utilizando a equação $n^* = (n(h/h^*))^2$, onde temos que n^* é o novo número de replicações, n o número atual de replicações, h o intervalo de confiança obtido, h^* é o número de confiança desejado.

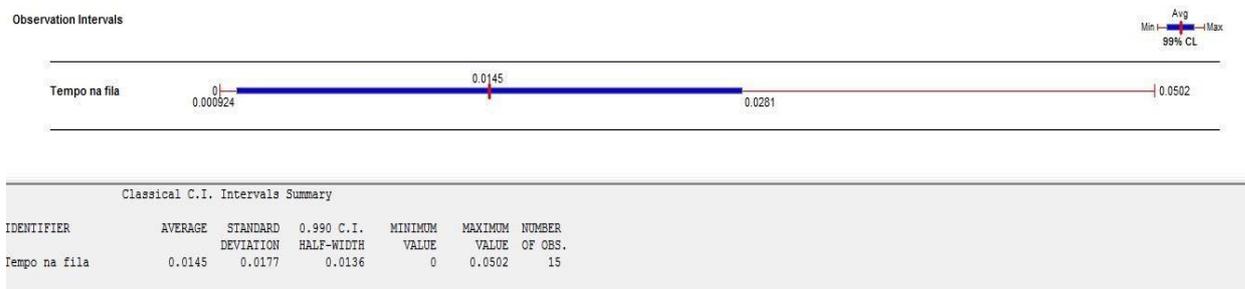


Figura 7 - Intervalo de confiança para o tempo de fila

Buscando uma maior precisão nos resultados, considerando um valor de $h \leq 10\%$ da média amostral, temos um h^* de 0,00145, e um n sendo as 15 repetições utilizadas, e um h de 0,0136. Assim obtemos um valor ideal de 1320 replicações (Figura 21).

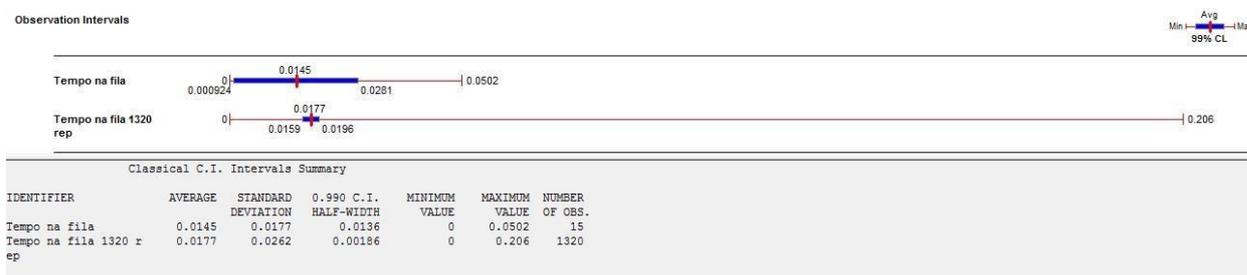


Figura 8 - Redução do erro de replicações da simulação

Sendo observado que quanto maior o número de replicações maior é o tempo de permanência na fila, isto ocorre devido haver um aumento na probabilidade e conseguindo avaliar todo o fluxo de chegada assim há uma redução no cálculo dos erros e conseguindo prever cada vez mais a capacidade e o tempo que é pedido em uma fila.

5. CONCLUSÃO

Após a simulação do sistema do correspondente bancário e a análise dos resultados pode-se concluir que o objetivo principal do trabalho foi alcançado, conseguindo-se demonstrar, próximo da realidade, o funcionamento desse sistema. O uso da simulação

computacional registrou o comportamento das filas para atendimento dentro de uma faixa de erro controlada.

O presente trabalho demonstrou a importância significativa da aplicação da simulação em empresas fornecedoras de serviços, provando que tal importância não se restringe apenas às indústrias e seus processos produtivos. Além disso, foi comprovado que a simulação do sistema de atendimento de um correspondente bancário é uma técnica convincente que proporciona o conhecimento das variáveis causadoras de problemas e fornece um maior embasamento aos gerentes, permitindo que estes possam tomar decisões mais acertadas.

Após o estudo, chegou-se à conclusão de que não é correto afirmar que o sistema está em completamente apto para o total funcionamento, visto que há diversas variáveis não sendo possível captar tudo, pois existe algo que não pode ser perceptível como queda de sistema, crescimento inesperado da fila entre outros fatores.

6. REFERÊNCIAS

- ADRIANO DE MELLO, Braulio. Modelagem e Simulação de Sistemas. 2007.
- ANDRADE, Eduardo Leopoldino De. *Introdução à pesquisa operacional: métodos e modelos para a análise de decisão*. [S.l.]: Livros Técnicos e Científicos, 1998.
- ANDRADE, Eduardo Leopoldino. *Introdução à pesquisa operacional*. [S.l.]: Grupo Gen-LTC, 2015.
- BANKS, Jerry *et al.* Discrete-event system simulation. 2010.
- BARBOSA, R A *et al.* A modelagem e análise do sistema de filas de caixas de pagamento em uma drogaria: Uma aplicação da teoria das filas. *XXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção*. Salvador: ENEGEP, 2009.
- BITTENCOURT, Gilson; MAGALHÃES, Reginaldo; ABRAMOVAY, Ricardo. Informação de crédito: um meio para ampliar o acesso dos mais pobres ao sistema financeiro. *Pesquisa & Debate. Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Economia Política*. ISSN 1806-9029, v. 16, n. 2 (28), 2005.
- CERNEV, A K *et al.* As cinco ondas de Inovações Tecnológicas em Bancos. *JC Barbieri & MA Simantob. Organizações Inovadoras do Setor Financeiro*, p. 45–68, 2009.
- CHIAVENATO, Idalberto. Introdução à teoria geral da administração: uma visão abrangente da moderna administração das organizações. *Introdução à teoria geral da administração: uma visão abrangente da moderna administração das organizações*. [S.l.]: Elsevier Campus, 2003.
- .
- COX, D R SMITH. *WL Queues: monographs on applied probability and statistics*. . [S.l.]: London: Chapman and Hall. , 1974
- DA COSTA, Fernando Nogueira. Agenda neoliberal: privatizar bancos públicos. *Revista de Economia Mackenzie*, v. 7, n. 2, 2009.
- DA SILVA PORTUGAL, Licínio. *Simulação de tráfego: conceitos e técnicas de modelagem*.

[S.l.]: Interciência, 2005.

FOGLIATTI, Maria Cristina; MATTOS, Neli Maria Costa. Teoria de filas. *Rio de Janeiro: Interciência*, p. 1–20, 2007.

JAYO, Martin. *Correspondentes bancários como canal de distribuição de serviços financeiros: taxonomia, histórico, limites e potencialidades dos modelos de gestão de redes*. . [S.l.: s.n.]. , 2010

JAYO, Martin; DINIZ, Eduardo Henrique. Correspondentes Bancarios como Canal de Distribuicao de Servicos Financeiros: o Papel dos“ Gestores de Rede”. *AMCIS 2009 Proceedings*, p. 3, 2009.

MIRANDA, BRUNO MOREIRA SCOLARI *et al.* SIMULAÇÃO DO SISTEMA DE CHECK-IN DE COMPANHIAS AÉREAS DO AEROPORTO INTERNACIONAL TANCREDO NEVES. 2010, Bauru, São Paulo: [s.n.], 2010.

MOORE, Jeffrey H; WEATHERFORD, Larry R. *Tomada de decisão em administração com planilhas*. [S.l.]: Bookman, 2005.

PÉREZ, Juan Fernando; RIAÑO, Germán. Análisis de colas para el diseño de una cafetería mediante simulación de eventos discretos. *Revista de Ingeniería*, n. 25, p. 12–21, 2007.

PRADO, D. Teoria das Filas e da Simulação. 2ª. *Edição Belo Horizonte: INDG-Instituto de Desenvolvimento Gerencial*, 2004.

SHABAYEK, A A; YEUNG, W W. A simulation model for the Kwai Chung container terminals in Hong Kong. *European Journal of Operational Research*, v. 140, n. 1, p. 1–11, 2002.

SOARES, M M; ALVES, S D da S. Microfinanças: Democratização do Crédito no Brasil. *Banco Central do Brasil*, 2006.

TAHA, Hamdy A; MARQUES, Arlete Simille; SCARPEL, Rodrigo Arnaldo. *Pesquisa operacional*. [S.l.]: Pearson Education do Brasil, 2008.

TÔRRES, Oswaldo Fadigas. Elementos da teoria das filas. *Revista de Administração de Empresas*, v. 6, n. 20, p. 111–127, 1966.

WANKE, Peter. Ship-berth link and demurrage costs: evaluating different allocation policies and queue priorities via simulation. *Pesquisa Operacional*, v. 31, n. 1, p. 113–134, 2011.

YOKOMIZO, Cesar Akira; DINIZ, Eduardo Henrique; CHRISTOPOULOS, Tania Pereira. TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA OFERTA DE SERVIÇOS FINANCEIROS PARA A POPULAÇÃO DE BAIXA RENDA: OS CORRESPONDENTES BANCÁRIOS DO BANCO LEMON/INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES TO DELIVER FINANCIAL SERVICES FOR THE LOW-INCOME POPULATION: CORRESPONDENT BANKING AT BANCO LEMON. *Journal of Information Systems and Technology Management: JISTEM*, v. 7, n. 3, p. 599, 2010.