

# **SIMULAÇÃO: UM ESTUDO DE CASO EM UM FOOD TRUCK DE PRODUÇÃO DE “GUARANÁ DA AMAZÔNIA” LOCALIZADO EM MARABÁ-PA**

**Beatriz Regina de S. Macedo (UEPA)**

beatriztuc03@gmail.com

**Bruna Arcanjo da Silva (UEPA)**

bas.arcanjo@gmail.com

**David da Silva Pinto (UEPA)**

ddavidsan1@gmail.com

**Gabriel Victor do Carmo Holanda (UEPA)**

gabrielholanda19966@gmail.com

**Thais Pereira de Sousa (UEPA)**

thais.engprod@outlook.com

## **Resumo**

Este trabalho tem como objetivo demonstrar a aplicação da simulação, técnica da Pesquisa Operacional, em um estudo de caso. Para isto, foi escolhido um *food truck* de produção de Guaraná da Amazônia, situado na cidade de Marabá, no estado do Pará. O estudo foi baseado na coleta de dados como tempos de atendimento, intervalo de chegada de clientes, tempos médios de execução de cada atividade, número de funcionários, entre outros. Com isso, foi possível simular o sistema de atendimento do *food truck*, visando encontrar a distribuição ideal dos funcionários, para assim não haver sobrecarga de nenhum funcionário e, conseqüentemente melhorar o atendimento prestado aos clientes.

**Palavras-Chaves:** Simulação, Teoria das Filas, Arena.

## **1 Introdução**

A região Amazônica é bastante conhecida por seus marcantes pratos/comidas típicas, um destes é o Guaraná. Este é o produto típico da biota amazônica mais conhecida no Brasil e no exterior, ainda é um produto exclusivamente brasileiro e muito apreciado por suas qualidades energéticas e gastronômicas (SUFRAMA, 2003).

De acordo com o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE, 2016), grande parte ou praticamente toda a produção do guaraná é consumido no mercado interno, onde estima-se que cerca de 70% dessa produção é levada para os fabricantes de refrigerantes. Conquanto, o guaraná ainda pode ser comercializado como: xarope, bastão, pó,

extrato, dentre outros subprodutos. Nesta perspectiva, segundo a Superintendência da Zona Franca de Manaus (Suframa, 2003):

Os produtos finais de maior difusão e aceitação pelos mercados brasileiro e estrangeiro ainda são os refrigerantes gaseificados à base de guaraná. Porém, a transformação industrial do guaraná em xarope, bastão, artesanato e, principalmente, em pó, abre amplas perspectivas mercadológicas para investidores com foco no crescente mercado regional e brasileiro.

Neste contexto, muitas lanchonetes, restaurantes ou pontos de comercialização específicos do produto, fazem uso do pó do guaraná para produção de bebida de Guaraná, ou utilizam o mesmo adicionalmente a outras bebidas, como o açaí, morango, laranja, abacate e etc.; sendo estas, grandes fontes energéticas. Com isso, nas regiões Norte e Nordeste, a bebida é bastante conhecida, chamada popularmente, “Guaraná da Amazônia”, onde se faz o uso do xarope e o pó do Guaraná para a produção da bebida, esta é vendida, em sua maioria, por ambulantes ou microempreendedores, sendo caracterizada por ser um produto de baixo custo, com fácil e rápida produção.

Toda empresa que deseja manter-se no mercado, mesmo diante de mudanças súbitas e imprevisíveis, deve estar em uma busca constante por melhorias. Em alguns casos, essas melhorias pedem uma mudança brusca na forma com que executam os processos da empresa, o que exige um ótimo planejamento. Uma boa forma de conseguir uma visualização prévia do cenário desejado é com o uso da simulação, que além de uma visão geral, informa dados quantitativos do grau de melhoria, o que possibilita o desenvolvimento de um cenário hipotético melhor, claramente auxiliando no processo de tomada de decisão.

Esse artigo apresentará o embasamento teórico da pesquisa, que trata sobre Simulação, Teoria das Filas e, sobre o software de simulação ARENA, utilizado na execução do trabalho. Posteriormente abordará a metodologia, o estudo de caso, as conclusões e as referências.

## **2 Fundamentação Teórica**

### **2.1 Simulação**

Rabelo (2007) define que a simulação proporciona uma melhor visualização de um sistema antes de aplicar ao sistema real, possibilitando explorar todas as variáveis em diversos cenários, permitindo analisar os efeitos das mudanças em um sistema virtual.

Para haver uma simulação é necessária a construção de um modelo, que segundo Chwif e Medina (2006), o modelo caracteriza o comportamento do sistema, sendo mais simples do que o sistema real. Rezende Filho (2006) contextualiza a simulação de um sistema como a operação de um modelo que representa um determinado sistema, levando em consideração todas as regras e condições reais que influenciam e englobam o sistema real, geralmente este modelo e simulação são executados em computadores.

A simulação é uma ferramenta de análise de sistemas mais realistas, podendo ter resultados de difícil interpretação por causa dos múltiplos processos aleatórios no modelo (FILHO, 2008). Para alcançar o efeito esperado da simulação, que é a manipulação das variáveis que seriam inviáveis em um sistema real, Norato e Duarte (2011) afirmam que para descrever com precisão um sistema real é preciso entender a natureza da simulação que envolve a aleatoriedade e a variabilidade, por isso a necessidade de avaliar com cuidado os dados de saída da simulação, pois só assim proporcionará uma análise adequada dos resultados.

## **2.2 Teoria das Filas**

A formação de fila é decorrente de um processo que demande mais tempo em sua execução do que o tempo de chegada das entradas neste processo (MOREIRA, 2010). Mediante a esta situação fez-se necessário um estudo, que é o estudo de sistema de filas, que contém os seguintes elementos: população, processo de chegadas de clientes, organizações da fila, disciplina de atendimento e processo de atendimento de clientes (MARINS, 2011). Segundo Prado (2004) a criação do sistema de filas se dá por uma fonte de origem, ou população, que é a entrada dos clientes que irão formar a fila, obedecendo à ordem de atendimento ao aguardar pela prestação de serviço, realizado por um ou mais servidores, após o atendimento desligar-se-á do sistema.

Moraes, Silva e Rezende (2011) apontam que a mudança de uma estrutura é oriunda das variações nos números de elementos do sistema de fila, sendo as principais variações definidas como Fila única e um servidor (cliente aguarda em apenas uma fila pelo atendimento e há apenas um servidor); Fila única e múltiplos servidores em paralelo (os clientes aguardam em uma única fila pelo atendimento que pode ser realizado por mais de um servidor, em que a escolha será definida pela disponibilidade destes servidores); Múltiplas filas e múltiplos servidores em paralelo (há mais de um servidor apto a realizar o atendimento, e com mais de uma fila, dedicadas a cada servidor) e a Fila única e múltiplos servidores em

série (definido pela existência de uma única fila, no entanto, os clientes passaram por mais de um atendimento em sequência, podendo existir novas filas entre cada servidor).

A disciplina de fila mais adotada é a de atendimento de primeiro a entrar - primeiro a sair (FIFO – *First in First out*), porém há algumas situações em sistemas reais que tornam necessárias a adoção de regras diferentes, tais como a atendimento prioritário a idosos, gestantes e pessoas portadoras de necessidades especiais (MOREIRA, 2010).

Prado (2014) diz que a Teoria das Filas é um método analítico que aborda o assunto através de fórmulas matemáticas e dados mensuráveis, com coleta direta de dados reais, devendo ser aplicada em um contexto que visa a otimização do sistema ou o processo do meio, resultando em uma fila satisfatória para o cliente, com controle dos custos e um processo mais eficiente.

### **2.3 Software Arena**

O ARENA é um software estatístico, no qual a modelagem acontece em um ambiente que engloba lógica e animação com ferramentas de análise estatística. De acordo com o site da Paragon (2019) o software Arena é uma ferramenta para análise de cenários e realiza simulações dos processos. À medida que aumenta a complexidade, a aleatoriedade passa a ser um componente essencial para entender o desempenho do sistema. Não sendo necessário escrever linhas de código (programação), pois os projetos são modelados através da utilização de fluxogramas.

### **2.4 Microempreendedor Individual (MEI)**

Foi criado por meio da Lei Complementar (LC) n° 128/2008, o Microempreendedor Individual (MEI) como uma política pública com o intuito de reduzir a informalidade e fortalecer/formalizar os microempreendimentos ou mesmo estimular a criação de micronegócios, além da inclusão previdenciária dos trabalhadores por conta própria (CONSTANZI, 2018).

De acordo com o SEBRAE (2016), Microempreendedor Individual é designado pelo termo MEI, essa modalidade de negócio possui algumas singularidades, para se enquadrar é necessário faturar até R\$ 81.000,00 por ano, não ter participação em outra empresa como sócio ou titular e ter no máximo um empregado contratado que receba o salário mínimo ou piso da categoria. Segundo Laurentino (2012) as pessoas que se inscrevem neste programa possuem os mesmos direitos assegurados às microempresas, como também benefícios como

auxílio-maternidade, auxílio-doença, aposentadoria, na área trabalhista, na área de licitação, acesso a crédito, acesso à justiça, entre outros.

O pagamento é unificado e simplificado pelo chamado DAS/MEI, o qual implica em uma redução considerável da carga de impostos e contribuições. Outro ponto marcante deste programa é a redução da burocracia no processo de obtenção do CNPJ, assim como a inscrição, o registro, a licença e o cadastro são facilitados e livres de custos, estas facilidades também abrangem a alteração de dados cadastrais e o pedido de baixa do registro de MEI (CONSTANZI, 2018). Junior (2017) destaca que as micro e pequenas empresas (MPE) contribuem para o crescimento do PIB (Produto Interno Bruto) do país, pois possuem a capacidade de levar bens e serviços aos clientes em qualquer lugar contribuindo para o crescimento econômico, visto a sua contribuição na geração de emprego e renda.

Os pontos que necessitam de melhorias nas micro e pequenas empresas em se tratando da prestação de serviços é a acessibilidade (cadeirantes, deficientes visuais), nos quais a aglomeração no balcão torna-se um transtorno que poderia ser evitado se o local fosse maior ou o espaço melhor organizado, este problema gera outro que é a formação de fila para pagamento no caixa, ou na espera para pegar o produto adquirido após o pagamento, entre outras situações que podem fazer com que o cliente gaste mais do seu tempo no local do que inicialmente pretendia contribuindo para a insatisfação do cliente (JUNIOR, 2017).

Para o mesmo autor, na perspectiva econômica, para o país as MPE ao buscar por oportunidades de negócios fortalecem a produtividade e a geração de trabalho e renda, de maneira agregada, as micro e pequenas empresas por conta do grande número, tornam-se grandes centros sendo uma das melhores formas de distribuição de renda (JUNIOR, 2017).

### **3 Metodologia**

Para demonstrar a aplicação da técnica da simulação foi utilizada uma abordagem de estudo de caso, tendo como objeto de estudo um *food truck* de guaraná da Amazônia, devido à popularidade da bebida nas regiões norte e nordeste, especialmente no sudeste do Pará.

Para realização da pesquisa, primeiro foi feita a coleta dos seguintes dados num período de 2 horas (das 15 às 17 horas) de um dia normal de atendimento: tempo de atendimento, tempo de espera, intervalo de chegada de clientes e os tempos para execução de cada função (atendimento inicial ao cliente, união de ingredientes na jarra do liquidificador, mistura de

ingredientes no liquidificador e entrega do pedido). A partir dos dados coletados, usamos o software Arena para representar o cenário atual dos processos da empresa e observar gargalos. Com a análise desenvolvemos novas simulações e apresentamos melhorias para o processo.

#### 4 Estudo de Caso

A empresa em estudo realiza a produção de guaraná da Amazônia, e está no mercado há 4 anos, localizada na cidade Marabá-PA, no bairro Cidade Nova. Oferece 3 tipos de produto: Guaraná, Vitamina e Suco de diversos sabores, nos valores de R\$ 8,00, R\$ 6,00 e R\$ 5,00 respectivamente. O funcionamento ocorre das 9h às 22:45h, de Domingo à Sexta, sendo que aos sábados o local não abre. O negócio, que funciona em um trailer, conta com três funcionários. Um recebe o pedido e pagamento (atividade 1), outro funcionário “quebra” a polpa congelada e a insere juntamente com os outros ingredientes na jarra do liquidificador (atividade 2), outro bate os ingredientes no liquidificador e entrega o pedido para um outro funcionário (atividade 3), geralmente o mesmo que fez o atendimento inicial, para que esse faça a entrega do pedido e recolha a ficha (atividade 4). Estas fichas apresentam a informação de qual sabor foi pedido pelo cliente, sendo que a quantidade de fichas entregues varia de acordo com a quantidade de Guaranás da Amazônia que é pedido.

O estabelecimento em estudo possui uma média de chegada de 3 clientes a cada 5 minutos. Esses clientes após escolherem o que vão pedir, realizam o pagamento e recebem uma ficha que é devolvida quando os pedidos são entregues. Após receberem a ficha, os clientes aguardam sentados ou em pé. Os tempos de atendimento observados seguem uma distribuição exponencial (EXP), que significa que existe um tempo médio para a execução de cada função, nesse caso a EXP que corresponde as atividades estarão representadas na tabela a seguir.

Tabela 1 – Média de cada atividade (segundos)

<b>Atividades</b>	<b>Valores</b>	<b>Médias</b>
Atividade 1	6/15/10/45/56	26
Atividade 2	81/59/55/57/112	73
Atividade 3	321/177/234/213/96	208
Atividade 4	20/24/80/46/45	43

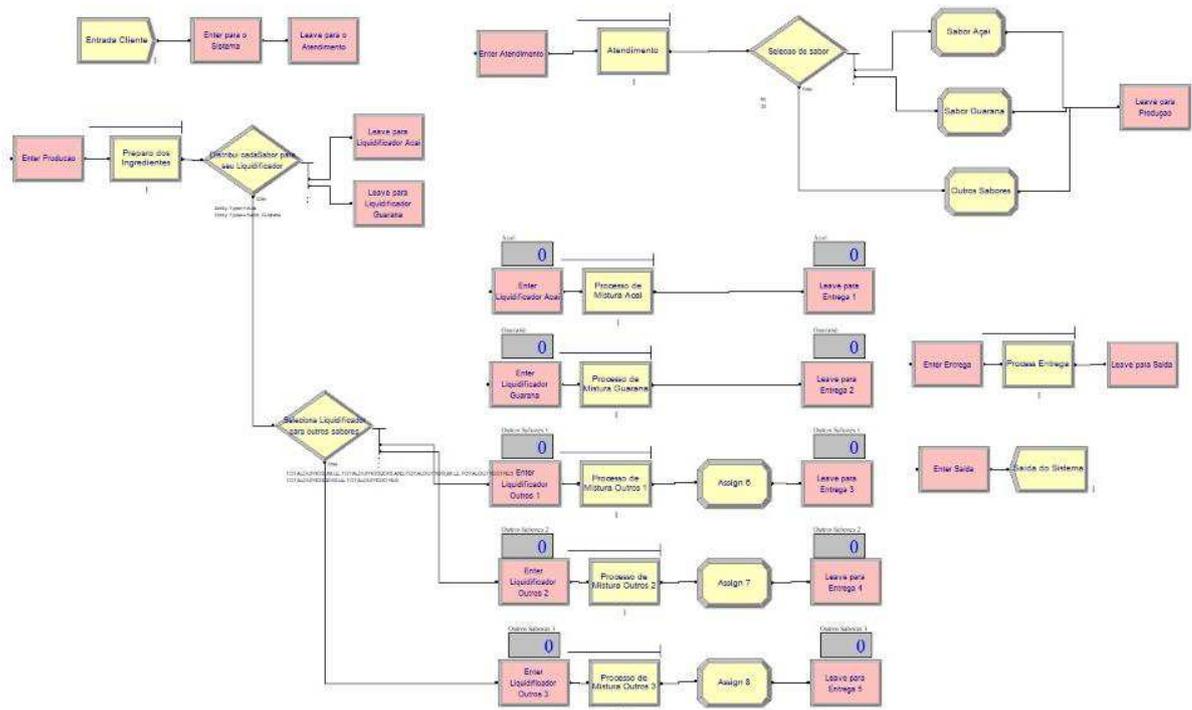
Fonte: Autores (2019)

Para a determinação dessas médias, foram coletadas cinco amostras de cada atividade. Os valores das médias foram arredondados para melhor manipulação dos valores. As médias correspondentes ao tempo de atendimento resultaram que no período de 2 horas de coleta chegaram ao sistema 51 clientes, onde apenas 1 não conseguiu ser atendido, ou seja, no período de coleta de dados ele não foi atendido. O tempo médio para o atendimento foi de aproximadamente 11 minutos. Com o auxílio do Excel organizou-se os dados e encontraram-se os valores das médias das atividades e do atendimento.

#### 4.1 Simulação do sistema no Arena

Com a amostra de duas horas, simulamos no software Arena os resultados para um dia normal de funcionamento, o estabelecimento funciona das 9 às 22:45 horas, para esse período 354 clientes entraram no sistema onde 342 foram atendidos. O sistema para representar o funcionamento da empresa no software ficou descrito como indica a imagem a seguir:

Figura 1 – Processo de funcionamento da empresa no software Arena



Fonte: Autores (2019)

Após rodar o sistema o programa gerou vários relatórios e informações, as quais serão abordadas posteriormente. A taxa de ocupação de cada funcionário está representada na figura a seguir:

Figura 2 – Taxa de Ocupação

### Usage

Instantaneous Utilization	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Atendente_R	0.3201	0,047909296	0.00	1.0000
Funcionario 1	0.6951	(Insufficient)	0.00	1.0000
Funcionario 2	0.3850	0,058966679	0.00	1.0000

Fonte: Autores (2019)

Esse relatório em imagem e os outros são fornecidos pelo próprio software Arena após rodar o sistema. O atendente representa o funcionário responsável pelas atividades 1 e 4, o funcionário 1 corresponde a atividade 2 e funcionário 2 a atividade 3. Observa-se que o mais sobrecarregado é o funcionário 1 com 69,51% de ocupação, responsável por inserir os ingredientes na jarra do liquidificador.

Figura 3 – Tempo de fila

### Other

Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Atendimento.Queue	0.1503	(Insufficient)	0.00	7.0000
Preparo dos Ingredientes.Queue	2.7688	(Correlated)	0.00	14.0000
Process Entrega.Queue	0.08581896	(Insufficient)	0.00	6.0000
Processo de Mistura Acai.Queue	0.02337708	(Insufficient)	0.00	3.0000
Processo de Mistura Guarana.Queue	0.00552746	(Insufficient)	0.00	2.0000
Processo de Mistura Outros 1.Queue	0.00449213	(Insufficient)	0.00	1.0000
Processo de Mistura Outros 2.Queue	0.00029885	(Insufficient)	0.00	1.0000
Processo de Mistura Outros 3.Queue	0.00045496	(Insufficient)	0.00	1.0000

Fonte: Autores (2019)

Com o relatório acima observa-se que a maior fila corresponde a atividade 2, de distribuição dos ingredientes na jarra do liquidificador, chegando a uma espera de 3 pedidos aproximadamente.

Figura 4 – Tempo de espera

<b>Time</b>				
Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Atendimento.Queue	0.2548	0,104261765	0.00	2.8447
Preparo dos Ingredientes.Queue	4.6682	1,92627	0.00	21.2446
Process Entrega.Queue	0.1506	0,136815460	0.00	2.4525
Processo de Mistura Acai.Queue	0.06978232	(Insufficient)	0.00	2.1496
Processo de Mistura Guarana.Queue	0.03251450	(Insufficient)	0.00	0.9412
Processo de Mistura Outros 1.Queue	0.2073	(Insufficient)	0.00	2.1928
Processo de Mistura Outros 2.Queue	0.01280764	(Insufficient)	0.00	0.1793
Processo de Mistura Outros 3.Queue	0.02099798	(Insufficient)	0.00	0.2730

Fonte: Autores (2019)

Neste último relatório temos mais uma confirmação que identifica a atividade 2 como o gargalo do processo produtivo por apresentar um tempo de espera de aproximadamente 5 minutos.

#### 4.2 Propostas de Melhorias

A primeira proposta de melhoria foi relacionada ao aumento da capacidade produtiva do gargalo, no caso da atividade 2 trabalhando com a capacidade dobrada. Obtivemos como resultado que a sobrecarga foi removida, mas aumentou-se o tempo ocioso, se tornando assim um investimento inviável, como pode ser observado na comparação dos resultados com os do cenário real.

Figura 5 – Taxa de Ocupação II

<b>Usage</b>				
Instantaneous Utilization	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Atendente_R	0.3324	0,061677249	0.00	1.0000
Funcionario 1	0.3630	0,078696868	0.00	1.0000
Funcionario 2	0.4085	0,085988881	0.00	1.0000

Fonte: Autores (2019)

O novo cenário mostrou uma taxa de ocupação de 36,30% do gargalo. Na atividade de preparo de ingredientes o tempo de fila e o tempo de espera caíram para aproximadamente meio minuto 0,4032 e 0,6834, respectivamente.

Pelo primeiro relatório fornecido após rodar o sistema com o cenário atual, verificou-se que o Funcionário 1, responsável por bater todos os ingredientes no liquidificador e entregar para a atendente, obteve uma taxa de utilização de 69,51%, enquanto os demais estão abaixo de 40%, diante disso sugere-se que seja realizado um rodízio entre os funcionários para realizar esta função, para que haja uma melhor distribuição da carga de trabalho.

Foi observado durante a coleta de dados que, alguns clientes precisavam aguardar ou consumir em pé por não haver bancos suficientes para todos, nessa perspectiva, propõe-se como sugestão de melhoria também, a disposição de um número maior de bancos que contemplem toda a demanda, melhorando dessa maneira a qualidade do atendimento.

## **5 Considerações Finais**

O objetivo do estudo foi atingido uma vez que foi demonstrado a aplicação da técnica da simulação em um *food truck* de produção de guaraná da Amazônia e como esta pode ser utilizada para avaliar tanto o cenário atual quanto possíveis cenários. É válido ressaltar que, embora tenha sido simulado um sistema com aumento de capacidade para a realização da atividade 3, o cenário atual é o mais ideal. Logo, acredita-se que a pesquisa venha ser uma fonte de conhecimento para atuais e futuros gestores de microempresas, para a busca da melhoria e otimização do seu processo produtivo, podendo assim auxiliar na tomada de decisão.

Por fim, como proposta para estudos futuros, recomenda-se que faça outras análises no local, como uma análise ergonômica, pois foi observado que durante todo o tempo analisado os colaboradores estavam em pé. E também, propõem-se realizar outras simulações, como no aumento de número de funcionários, para poder observar como essa mudança iria impactar no processo produtivo do guaraná da Amazônia.

## **REFERÊNCIAS**

- CHAVES, Nancyleni Pinto, et al. **Condições Higiênicas Sanitárias da bebida guaraná da Amazônia comercializada por vendedores ambulantes na cidade de São Luís, MA.** Arq. Inst. Biol., São Paulo, v.82, 1-7, 2015.
- CHWIF, L.; MEDINA, A. C. **Modelagem e Simulação de Eventos Discretos: Teoria e Aplicações**, Ed. Bravarte, São Paulo, 2006.
- COSTANZI, Rogério Nagamine. **Os Desequilíbrios Financeiros do Microempreendedor Individual (MEI).** Carta de Conjuntura Nº 38 – 1º Semestre de 2018.
- FREITAS FILHO, Paulo J. **Introdução à Modelagem e Simulação de Sistemas com Aplicações em Arena.** 2. ed. Florianópolis: Visual Books, 2008.

JUNIOR, Antonio Everton. **MPE: avanços importantes para as micro e pequenas empresas 2017-2018**. Confederação Nacional do Comércio de Bens, Serviços e Turismo. Rio de Janeiro, 2017.

MARINS, F.A.S. **Introdução à pesquisa operacional**. São Paulo: Universidade Estadual Paulista, Pró-Reitoria de Graduação, 2011.

MORAES, F.G.; SILVA, G.F.; REZENDE, T.A. **Introdução à teoria das filas**. Cuiabá: Universidade Federal do Mato Grosso, 2011.

MOREIRA, D.A. **Pesquisa operacional: curso introdutório**. 2 ed. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

NORATO, Héliida G.; DUARTE, Anderson R. **Uma proposta para a detecção do adequado período de aquecimento em modelos de simulação**. Gestão da Produção, Operações e Sistemas. Ano 6, n.4, p. 11-26, 2011.

PRADO, Darci Santos do. **Teoria das filas e da simulação**. Belo Horizonte: Editora de Gerenciamento Gerencial, 2004.

PRADO, Darci Santos do. **Teoria das filas e simulação**. Rio de Janeiro: Falconi, 2014.

RABELO, T.F. **Simulação de uma fila de atendimento em uma agência da previdência social utilizando a metodologia de dinâmica de sistemas**. Juiz de Fora: UFJF, 2007.

REZENDE FILHO, Mauro. **Programação Linear - Otimização de Recursos em Apoio à Tomada de Decisão**. Rio de Janeiro: Fábrica do livro. V.1, 2006.

Serviço Brasileiro de Apoio às Micros e Pequenas Empresas – SEBRAE. (2016) **O cultivo e o mercado do Guaraná**. Disponível em: <<http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/o-cultivo-e-o-mercado-do-guarana,969a9e665b182410VgnVCM100000b272010aRCRD>>. Acesso em: 29 Jan. 2019.

SUFRAMA. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior Superintendência da Zona Franca de Manaus. **Potencialidades regionais estudo de viabilidade econômica Guaraná**. Manaus: SUFRAMA, 2003. 18 p.