Universidade Estadual de Maringá - UEM
Campus Sede - Paraná - Brasil
v. 02, n. 01: p. 45-57, 2015

*Revista Produção Industrial & Serviços*

# SIMULAÇÃO DO PROCESSO DE UMA FÁBRICA DE BEBIDAS

# SIMULATION OF PROCESS MANUFACTURE BEVERAGES

Athos Victor Toledo de Lima[1]

Kleber Mitsuo Yassuda[1]

Manoel Francisco Carreira[1*]

[1]Universidade Estadual de Maringá – Centro de Tecnologia – Departamento de Engenharia de Produção - Maringá – Paraná.
*Autor para correspondência. e-mail: mfcarreira@uem.br

**Resumo**

*Com o advento de novas tecnologias de simulação viu a necessidade de simular um processo de fabricação de suco em uma indústria de bebidas para encontrar a possibilidade de melhoria do processo. O programa utilizado para esse trabalho é o software FlexSim, um simulador de processos que possui ferramentas avançadas para atender todos os tipos de variabilidade. No final foi apresentado um cenário alternativo que demonstra a melhoria no processo de fabricação com o aumento de output.*

**Palavras-chave**: *FlexSim; simulação; indústria; suco*

**Abstract**

*With the advent of new technologies simulation saw the need to simulate a juice manufacturing process in a beverage industry to find the possibility of improving the process. The program used for this work is the FlexSim software, a process simulator that features advanced tools to suit all types of variability. At the end of one alternate scenario was presented which demonstrates the improvement in the manufacturing process with increased output.*

**Key-words**: *FlexSim; simulation; industry; juice.*

## 1. Introdução

A técnica de simulação computacional de sistemas em seus primórdios era complicada, devido à necessidade do modelamento matemático dos sistemas e a implementação de algoritmos em linguagens de programação. Com o surgimento de linguagens orientadas à simulação na década de 50, tornou-se mais fácil a modelagem de sistemas. Com o passar dos anos estas linguagens foram se desenvolvendo e outras ferramentas foram adicionadas às linguagens de simulação, de modo a torná-las uma das ferramentas mais poderosas para o

projeto de sistemas. A modelagem computacional está hoje presente em todas as ciências e a sua importância é cada vez maior como ferramenta para aquisição de conhecimento.

Possibilita a simulação de soluções para problemas científicos, analisando os fenômenos, desenvolvendo modelos matemáticos para sua descrição e elaborando códigos computacionais para obtenção das soluções. A simulação computacional é um meio de confrontar teorias com experimentação, antecipar resultados experimentais ou realizar experiências de outro modo inacessíveis atendendo as necessidades de obtenção de resposta cada vez mais sofisticadas, objetivando tratar complexidades, em tempo e custos sucessivamente menores.

Apresentados a importância do mercado de sucos e como as técnicas de simulação podem auxiliar para a otimização dos processos, este trabalho se designa por descrever os processos na linha de produção de bebidas em uma empresa do setor agroindustrial, posteriormente passando por uma etapa de simulação desse processo e análise pós-simulação, onde será feito a descrição dos cenários obtidos após variações no modelo computacional obtido.

## 2. Contextualização

### 2.1 Caracterização da empresa-foco

A empresa-foco é de caráter cooperativista do setor agroindustrial situada na cidade de Maringá no estado do Paraná, fundada em 27 de março de 1963 por 46 cafeicultores da região com o intuito de proteger os produtores da região e futura expansão dos negócios. Passados 50 anos de existência e constante desenvolvimento atualmente é a segunda maior organização cooperativista do país com cerca de 12 mil associados, que produz toneladas de grãos anualmente e 2,4 mil colaboradores. Detentora de um dos maiores e mais diversificado parque industrial tem suas sedes distribuídas em cidades da região e formadas com indústrias de seguimentos variados, como:

- Extração de óleo e farelo vegetais;
- Refino e envase de óleos;
- Torrefação e moagem de café;
- Tecelagem de fios;
- Misturador de resíduos vegetais;
- Indústria de bebidas e molhos;

- Envase de álcool;
- Suplemento mineral.

Os produtos que compõem o portfólio da empresa-foco estão consolidados no mercado interno e crescente aceitação no mercado externo, com contratos de fornecimento em países da América do Sul e Japão e prospecção de entrada no mercado norte-americano. Atualmente o portfólio dos produtos de varejo é composto por óleo de origem vegetal, suco, néctar de frutas e bebidas a base de extrato de soja, maionese, molhos a base de tomate, mostarda, café em pó e álcool etílico doméstico. Em visão disso, com o intuito de aumentar o portfólio, o setor de Pesquisa e Desenvolvimento em conjunto com o departamento de Marketing desenvolve inúmeros projetos de lançamento de novos produtos para entrar em outras categorias de mercado.

Em resumo, o núcleo de negócios da cooperativa são as commodities agrícolas, apresentados na Tabela 1 e complementada com os produtos de varejo, presentes na Tabela 2, e a soma dos ativos dos negócios representa o faturamento da empresa-foco. No ano de 2013 o faturamento fechou em 2,605 bilhões de reais, registrando um avanço de 12% sobre os 2,360 bilhões de reais do ano anterior.

Tabela 1 - C*ommodities* agrícolas

| | **2012** | **2013** |
|---|---|---|
| **Safra de soja (ton.)** | 680 mil | 970 mil |
| **Safra de milho (ton.)** | 780 mil | 730 mil |
| **Safra trigo (ton.)** | 60 mil | 30 mil |
| **Safra de laranja (caixa)** | 8,5 milhões | 7,8 milhões |

Fonte: Empresa-foco (2014)

Tabela 2 - Produção Varejo e Fios

| | **2013** |
|---|---|
| **Produção têxtil (ton.)** | 7,5 mil |
| **Extração de óleo (ton.)** | 134 mil |
| **Produção de farelo (ton.)** | 543 mil |
| **Maionese e molhos (ton.)** | 6 mil |
| **Café beneficiado (sacas)** | 220 mil |
| **Bebidas (litros)** | 26,8 milhões |

Fonte: Empresa-foco (2014)

## 2.2 A indústria de bebidas

A indústria de bebidas foi inaugurada no ano de 2002 para aumentar o portifólio dos produtos de varejo da empresa e entrar no mercado que estava em uma crescente expansão. Atualmente conta com 20 SKU's – *Stock Keeping Unit* de bebidas.

A planta fabrica três tipos de bebidas: néctares, sucos e bebidas a base de soja (BBS). Em geral são bebidas formuladas com suco ou polpa de uma ou mais frutas, água e açúcar, em concentrações tais que resultem em um produto "pronto-para-beber". Recentemente, o mercado para estes produtos de conveniência tem se expandido de forma expressiva. As misturas de frutas apresentam uma série de vantagens, como a combinação de diferentes aromas e sabores e a soma de componentes nutricionais.

A elaboração manual de sucos de frutas tornou-se um inconveniente ao ritmo de vida acelerado da sociedade. Por isso, o consumidor brasileiro tem demonstrado interesse crescente em consumir produtos "prontos para o consumo", o que impulsionou, a partir da década de 90, o surgimento de diversas marcas comerciais de sucos de frutas industrializados no mercado nacional. Como consequência, tais sucos ganham espaço cada vez maior nas gôndolas de supermercados e nos lares dos brasileiros. Cada brasileiro consome, em média, 2 litros de sucos industrializados por ano, volume inferior à média de países desenvolvidos, como Portugal e Espanha, em que chega a 24 litros/ano/pessoa. A Figura 1 ilustra um suco industrializado da indústria em estudo.

Figura 1 – Suco industrializado

Fonte: COCAMAR (2014)

Devido ao notável aumento no consumo de sucos e bebidas elaboradas a base de frutas, o néctar tem um grande potencial no mercado de produtos alimentícios, pois é uma bebida alimentícia "pronta para o consumo". Também, a tecnologia requerida para elaboração deste produto é simples e não requer uma grande inversão nem o uso de equipamentos sofisticados. Segundo a legislação brasileira, Instrução Normativa nº 12 de 04 de setembro de 2003 do Ministério da Agricultura – MAPA, néctar de fruta é a bebida não fermentada, obtida da dissolução, em água potável, da parte comestível (polpa ou suco) da fruta e açúcares, destinados ao consumo direto, podendo ser adicionado de ácidos. A Figura 2 ilustra um néctar de fruta industrializado da indústria em estudo.

Figura 2 - Néctar de fruta industrializado

Fonte: COCAMAR (2014)

As bebidas tipo Bebidas a Base de Soja (BBS) frutais se caracterizam por serem bebidas a base de soja juntamente com utilização de suco de frutas, a produção desse tipo de produto cresce 15% ao ano, sendo que a maioria dos grandes laticínios tem uma linha de bebidas à base de soja (original e em mistura com sucos de frutas). Junto com esse crescimento do mercado para bebidas à base de soja, outros novos produtos são disponíveis, os quais incluem desde leite condensado, creme de leite, chocolate, sorvete, macarrão à preparado para bolo. E, todos seguem uma linha de dieta saudável, pois a soja está no rol dos alimentos funcionais, com benefícios comprovados à saúde.

A proteína da soja é a única proteína vegetal que contém todos os aminoácidos essenciais necessários para dar suporte ao crescimento e a manutenção do organismo, de acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS). Além de melhorar os níveis sanguíneos de colesterol, a soja também é a única alternativa para as pessoas com intolerância à lactose. A Figura 3 representa uma bebida tipo BBS fruta da indústria em estudo.

Figura 3 - BBS frutal industrízado

Fonte: COCAMAR (2014)

Por ser um produto altamente complexo, é difícil o controle de todas as variáveis durante o processamento do alimento. Portanto, por mais sofisticadas que sejam as técnicas empregadas em um processamento, o alimento final industrializado, apresenta sempre características organolépticas distintas daquelas que são próprias do produto in natura. Para o consumidor, o atributo mais importante é a cor do alimento, pois dificilmente é aceito aquele que não apresente a sua cor tradicional. O aspecto de qualidade menos analisado pelo consumidor, é seu valor nutritivo.

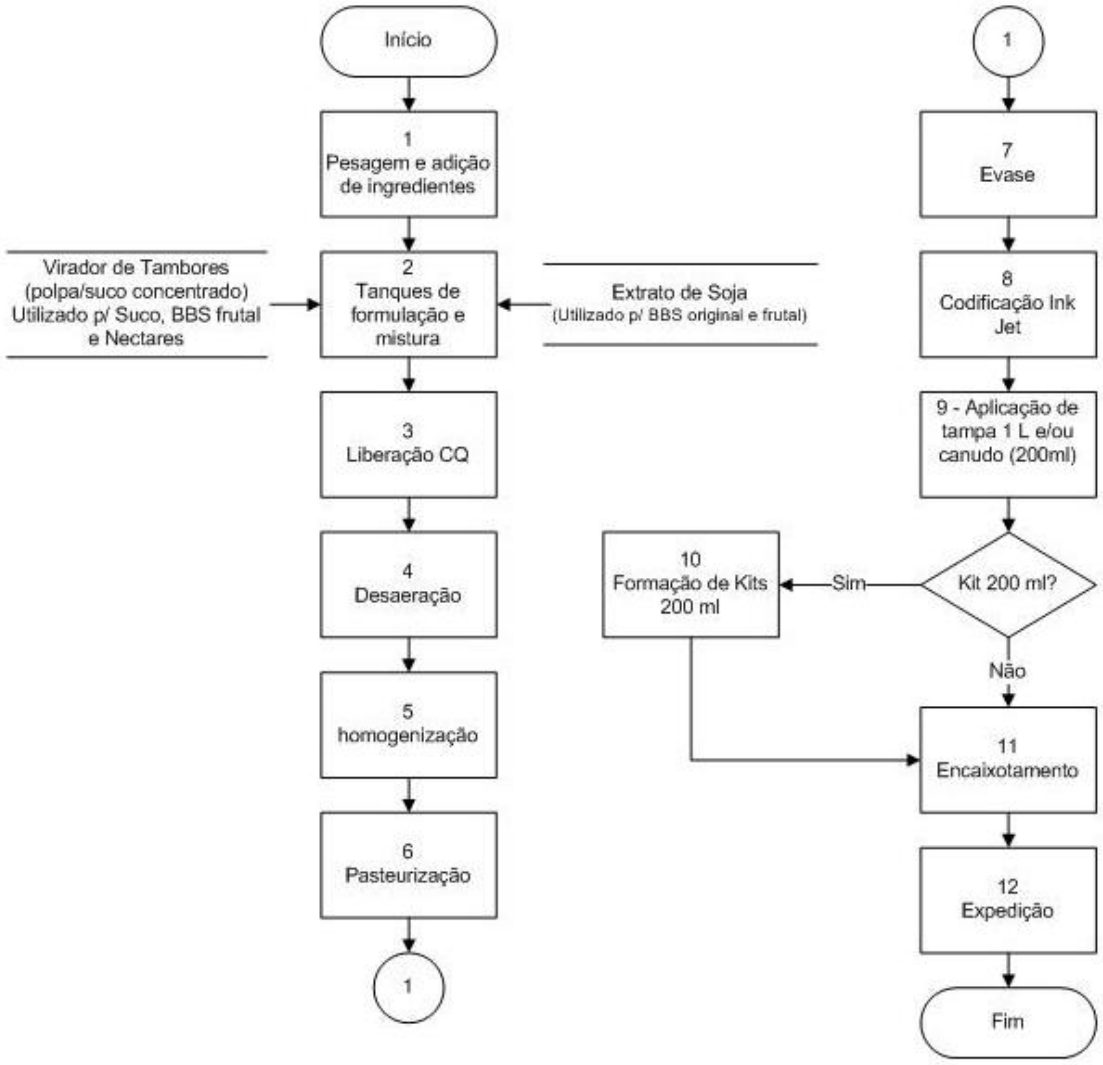
## 2.3 Linha de produção de bebidas

Levando em conta a importância do mercado de bebidas a base de frutas no cenário brasileiro, esse trabalho apresenta o estudo em uma linha de produção de sucos, néctares e BBS frutais, utilizando da técnica de simulação para a análise dos processos utilizados atualmente pela empresa. Sendo que as técnicas de simulação de processos permite que se faça

uma análise de sistemas sem a necessidade de interferir no mesmo. Todas as mudanças e consequências, por mais profundas que sejam, ocorrerão apenas com o modelo computacional e não com o sistema real. Trata-se de um estudo de baixo custo, visto que todo o trabalho de implementação é testado no computador, permitindo ainda o teste de inúmeros cenários e alternativas de solução para os sistemas em estudo.

O trabalho irá analisar um modelo computacional, baseado na linha de produção da fábrica de sucos no produto suco de laranja. A Figura 4 demonstra o fluxograma da planta de bebidas.

Figura 4 – Fluxograma do processo de produção de bebidas




Fonte: Autoria própria (2014)

1. Pesagem e adição de ingredientes: o responsável separa manualmente as quantidades exatas de ingredientes da formulação fornecidas pelo PCP;

2. Tanques de formulação e mistura: o responsável mistura os ingredientes no Almix que injeta a formulação no primeiro tanque é onde ocorre a formulação, o segundo tanque é onde fica o produto ja finalizado;

3. Liberação CQ: o Controle de Qualidade pega uma amostra do tanque, calcula Brix, pH e compara os aspectos físico com o padrão para liberar para a continuidade da produção;

4. Desaeração: As fases das operações do processamento das frutas, normalmente incorporam ar ao produto que pode provocar alterações de cor, aroma e sabor na polpa, assim a eliminação do ar incorporado é necessária.

5. Homogenização: feita em um tanque com pás encurvadas e fundo arredondado para garantir a redução dos tamanhos das partículas dos sólidos em suspensão.

6. Pasteurização: o pasteurizador faz um tratamento térmico na bebida e serve para manter as qualidades originais do sumo e sua preservação.

7. Envase: o envase da bebida é feita pela máquina A3 Flex de forma asséptica de propriedade da empresa Tetrapak. O produto final são caixas multicamadas do tamanho de um litro.

8. Codificação Ink Jet: imprimi na embalagem a data de fabricação, data de validade, horário e lote do produto;

9. Formação de Kit 200mL: a linha tem a possibilidade de envase de caixas de 200mL e de 1L;

10. Aplicação de tampa: aplicação da tampa no produto final;

11. Encaixotadora: a máquina encaixotadora separa 12 unidades.

12. Expedição: o colaborador tem a responsabilidade de pegar a caixas com 12 unidades e montar os pallets.

A linha de produção pode ser vista nas Figuras 5,6 e 7.

Figura 5 – Linha da produção após sair do A3 Flex

Fonte: Autoria própria (2014)

Figura 6 – Máquina encaixotadora no lado direito da imagem

Fonte: Autoria própria (2014).

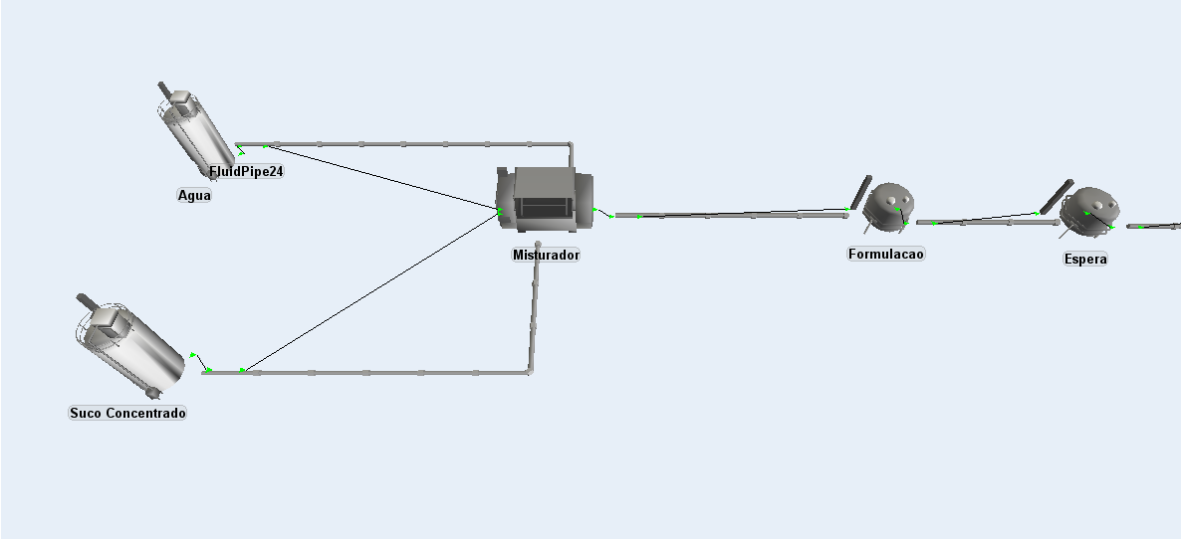
Figura 7 – Final da linha e montagem dos pallets

Fonte: Autoria própria (2014).

## 2.4 Simulação

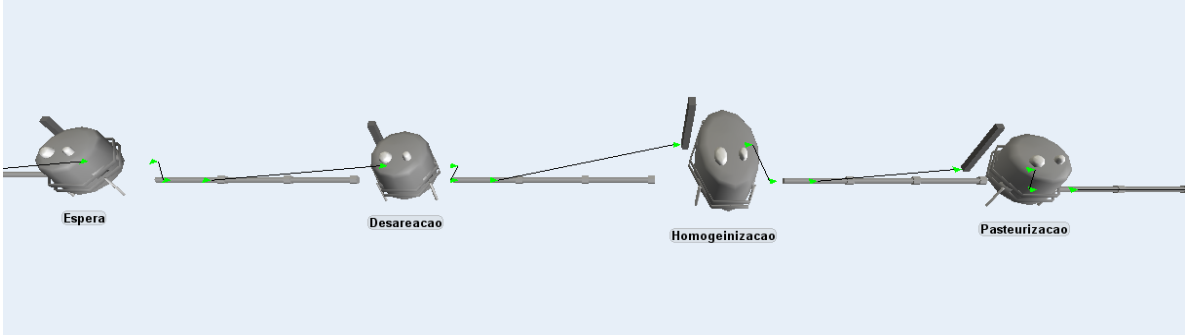
A simulação do processo foi feito no software *flexsim* e o modelo final é o demonstrado nas Figuras 8, 9 e 10.

Figura 8 – Primeira parte da simulação



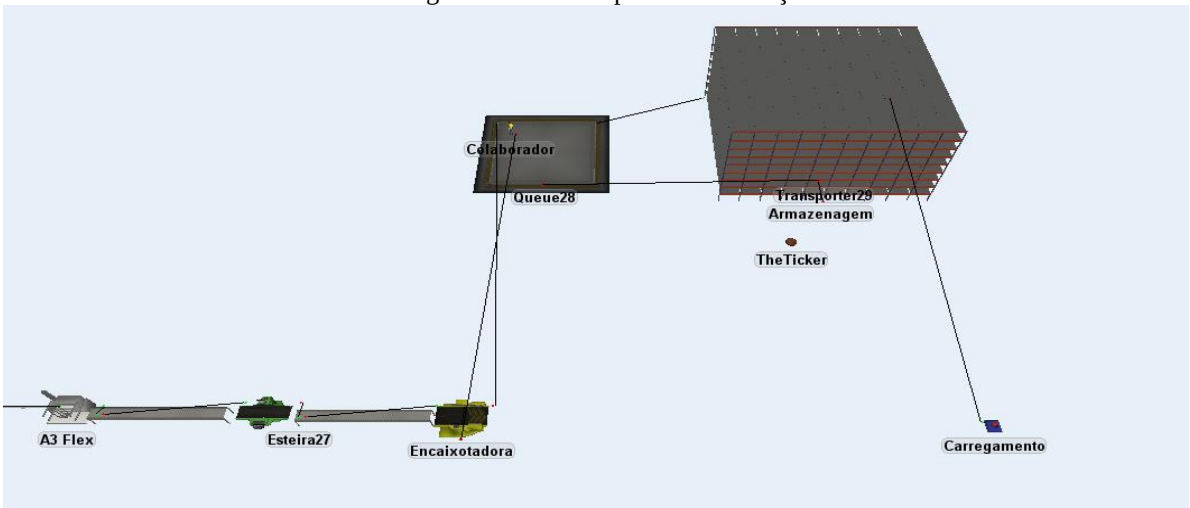

Fonte: Autoria própria (2014).

Figura 9 – Segunda parte da simulação




Fonte: Autoria própria (2014).

Figura 10 – Última parte da simulação




Fonte: Autoria própria (2014).

Tempo de processamento das principais máquinas do processo:

- Homogeneizador: 8.000 Litros/hora
- Pasteurizador: 8.000 Litros/hora
- A3 Flex (envase 1L): 7.000 unidades 1L /hora
- Encaixotadora: 584 caixas/hora

## 3. Resultados e discussões

É observado na linha de produção, na realidade, que a maquina que mais apresenta problemas em relação a quantidade de outputs é a encaixotadora. Partindo do principio que a simulação representa uma realidade virtual, foram analisados 5 cenários, cada um contendo 1,2,3,4 e 5 encaixotadoras simultaneamente. Os cenários foram observados simulando-os durante um tempo de 28.800 segundos, ou seja, o equivalente a 8 horas de produção com a analise focada na quantidade de caixas que entram para o processo de montagem de paletes, ou seja, a quantidade de caixas que sai da encaixotadora. Os resultados podem ser vistos a seguir.

- Cenário 1 (atual)
  - Tempo 28.800 segundos
  - Quantidade de encaixotadoras: 1 un
  - Quantidade de outputs para paletização: 344 caixas

- Cenário 2 (simulado)
  - Tempo 28.800 segundos
  - Quantidade de encaixotadoras: 2 un.
  - Quantidade de outputs para paletização: 632 caixas

- Cenário 3 (simulado)
  - Tempo 28.800 segundos
  - Quantidade de encaixotadoras: 3 un.
  - Quantidade de outputs para paletização: 632 caixas

- Cenário 4 (simulado)
  - Tempo 28.800 segundos
  - Quantidade de encaixotadoras: 4 un.

- Quantidade de outputs para paletização: 632 caixas

- Cenário 5 (simulado)
  - Tempo 28.800 segundos
  - Quantidade de encaixotadoras: 5 un.
  - Quantidade de outputs para paletização: 632 caixas

Esses dados podem ser observados pela tabela estatística da ferramenta *'Experimenter'* do próprio software FlexSim. A Tabela estatística pode ser observada na Figura 11.

Figura 11 – Tabela estatística da ferramenta '*experimenter'* do FlexSim.

**Quantidade**

| | Mean (90% Confidence) | Sample Std Dev | Min | Max |
|---|---|---|---|---|
| **Scenario 1** | 343.08 < 343.60 < 344.12 | 0.55 | 343.00 | 344.00 |
| **Scenario 2** | 625.99 < 628.80 < 631.61 | 2.95 | 626.00 | 632.00 |
| **Scenario 3** | 630.16 < 631.20 < 632.24 | 1.10 | 630.00 | 632.00 |
| **Scenario 4** | 626.99 < 630.60 < 634.21 | 3.78 | 627.00 | 635.00 |
| **Scenario 5** | 627.83 < 630.80 < 633.77 | 3.11 | 627.00 | 634.00 |

Fonte: Autoria própria (2014)

## 4. Conclusões

Como esperado, a simulação representou o que pode ser observado na realidade. Com a modificação no setor de encaixotamento, o processo pode vir a ter ganhos.

De acordo com a simulação, o melhor custo/benefício seria a implementação de mais uma encaixotadora, sendo que, de acordo com as estatísticas da ferramenta "*Experimenter"*, se implantada mais que duas encaixotadoras, o processo não virá a ter mais ganhos, ou seja, seria um desperdício de recursos.

Após essa análise, onde a utilização de duas encaixotadoras pode vir a ter resultado, um próximo passo seria verificar quais mudanças a mais podem ser feito no processo para obtenção de maiores resultados. A própria literatura diz que após resolvermos um gargalo, automaticamente outro surge no processo, caracterizando assim a necessidade de melhoria contínua dentro da organizações. Nesse aspecto de melhoria continua, a simulação surge como uma ferramenta de auxilio na tomada de decisão, pois, como visto nesse estudo, essa ferramenta consegue trazer para âmbitos quantitativos o que, geralmente, não é tão facilmente feito apenas pela observação in loco.

## Referências

BRAGANTE A. G. **Fabricação de Polpa e Néctar De Frutas**, 2009. Disponível em:<http://abgtecalim.yolasite.com/resources/Fabrica%C3%A7%C3%A3o%20Polpa%20e%20N%C3%A9ctar%20de%20Frutas.pdf> Acesso em: 19 abril. 2014.

COCAMAR. **Produtos de Varejo**, 2014. Disponível em: <http://www.cocamar.com.br/produtos> Acesso em: 21 abril 2014.

CARRÃO-PANIZZI M. C.; SILVA J. B. Soja na alimentação humana: qualidade na produção de grãos com Valor agregado**, Merco Soja** ,2011. Disponível em: <http://www.mercosoja2011.com.ar/site/wp-content/imagenes/CARRAO-PANIZZI-Mercedes1.pdf> Acesso em: 20 abril 2014.

SILVA F. A. D.; REIS R. Q.; REIS C. A. L.; NUNES D.J. **Um Modelo de Simulação de Processos de Software Baseado em Agentes Cooperativos**. Disponível em: <http://www.inf.ufsc.br/sbes99/anais/SBES-Completo/15.pdf> Acesso em: 21 abril 2014.

SILVA P. T.; FIALHO E.; LOPES M. L. M.; VALENTE-MESQUITA V. L. Sucos De Laranja Industrializados E Preparados Sólidos Para Refrescos: Estabilidade Química E Físico-Química. **Ciênc. Tecnol. Aliment.** Campinas, v.25, n. 3, p. 597-602, jul/set. 2005

WISCHRAL D.; PRAXEDES M. A.; SANTOS T. O. Desenvolvimento de simulador computacional para evaporador de suco de laranja, **COBEQIC**, 2009. Disponível em: <http://www.cobeqic2009.feq.ufu.br/uploads/media/99821941.pdf> Acesso em: 20 abril 2014.