

## Simulação de uma linha de produção de biscoitos utilizando o *software* Arena

Ana Carolina Lima de Souza (FIC/UNIS) caroll\_lima\_@hotmail.com

Ariany Nascimento Moraes (FIC/UNIS) ariany\_moraes@live.com

Larissa Oliveira Martins (FIC/UNIS) larissamartins.096@gmail.com

Tamires da Silva Prata Athouguia (FIC/UNIS) tamires.tsps@gmail.com

Tiago Bittencourt Nazaré (FIC/UNIS) tiago@unis.edu.br

*Resumo: Para conseguir acompanhar a evolução das técnicas de gestão empresarial e a acessibilidade de informações é necessário aplicar novas estratégias que auxiliem no processo produtivo. Neste contexto, a simulação de processos se tornou uma área de grande relevância, proporcionando a análise e aprimoramento de processos complexos em ambiente virtual, compreendendo diversos cenários. O presente artigo adequa-se neste tema, cujo principal objetivo é analisar, através de simulação computacional, o processo produtivo do biscoito Bambolê em uma fábrica do setor alimentício, situada na Zona da Mata Mineira. Com isso, foi utilizado o software Arena para simular o processo produtivo, identificar os gargalos e propor melhorias.*

*Palavras-chave: Produção; Biscoito; Simulação; Gargalo; Arena.*

### 1. Introdução

Com o avanço das técnicas de gestão empresarial e a facilidade de conquistar informações, as empresas estão procurando especializações que possam diminuir ao máximo o tempo ocioso, ampliar a qualidade e atingir um alto padrão de eficiência e efetividade em seus processos produtivos. Para isso é indispensável que as organizações busquem um modelo de atividade apropriado e conciliável com sua visão estratégica.

De acordo com Pereira *et al.* (2015), as inúmeras mudanças que estão acontecendo em nível mundial, que fazem com que a economia seja mais integrada e competitiva, preconizam que as técnicas de produção, dentro das organizações, devam ser cada vez mais qualificadas e moldadas por inovações tecnológicas.

Analisar os processos das instituições demonstra um meio viável de se representar a condição dos negócios da organização, relatar uma visão futura, bem como projetar-se estrategicamente. Para isto, as organizações usam a modelagem e simulação de processos.

Segundo Prado (2004), simulação é um método de solução de um problema pelo estudo de um modelo que retrata o comportamento do sistema utilizando um computador digital.

As funções da simulação computacional são muitas e variadas, tem o propósito de examinar alternativas ao modelo padrão já utilizado ou a criação de um sistema novo.

O presente artigo tem por objetivo, através da simulação computacional utilizando o *software* Arena *student* 12, retratar o processo produtivo do biscoito Bambolê em uma empresa do setor alimentício da Zona da Mata Mineira, inicialmente criando um cenário que

represente a realidade atual desta fábrica e, a partir deste, verificar o tempo de produção total. Após esta análise, identificar os gargalos obtidos e propor uma nova simulação com algumas sugestões estratégicas que reduzam estes gargalos otimizando o tempo da produção.

## 2. Metodologia

Para o desenvolvimento deste artigo foram realizadas pesquisas bibliográficas, através de livros, artigos científicos, revistas e sites acadêmicos, no período de maio a junho de 2017, tendo como objeto de estudo uma empresa fabricante de biscoitos renomada da Zona da Mata Mineira.

Foi feito um acompanhamento do processo produtivo do biscoito Bambolê desta empresa, no qual se observa algumas informações do processo, como as etapas, duração, quantidade, desde a chegada da matéria prima, até a embalagem do mesmo.

Para a escolha deste biscoito foi utilizada uma amostragem aleatória simples, devido a disponibilidade da empresa, autores e das informações fornecidas. De acordo com Silva (2007), amostragem aleatória simples é um subconjunto de amostras escolhidas, sem nenhum tipo de seleção, baseado em um conjunto maior possuindo a mesma probabilidade de ser eleita.

Para auxiliar a técnica de modelagem das amostras apuradas, construiu-se ao longo da pesquisa um gráfico de controle, que segundo Alves (2003), é um gráfico que estabelece estatisticamente uma faixa denominada limites de controle que é marcada por uma linha superior e uma linha inferior, além de uma linha média.

Ressalta-se que o gráfico de controle utilizado foi do tipo  $\bar{x}$ -S pois, de acordo com Montgomery (2004), ele é utilizado quando o tamanho da amostra é maior que 10 ou 12 e quando este tamanho é variável.

Visto que, este gráfico foi gerado no *software* estatístico Minitab 16, que, segundo o Centro da Qualidade, Segurança e Produtividade (2017), tem capacidades intuitivas. Pois permite obter estatísticas descritivas, simulações e distribuições, inferência estatística elementar, análise da variância, análise de dados categóricos, métodos não paramétricos entre outros.

Para modelar o processo de produção do biscoito e analisá-lo estrategicamente, utilizou-se o *software* Arena student 12, que, segundo Prado (2004), os princípios básicos para modelagem nesse *software* são os itens que caracterizam as pessoas, objetos, processos, entre outras fases que formam as estações de trabalho.

### 2.1 Processo produtivo do biscoito Bambolê

Para realização do artigo foi utilizado como base o processo de produção de biscoitos de uma empresa do setor alimentício da Zona da Mata Mineira. Observou-se o processo produtivo do biscoito Bambolê, que é realizado em sete etapas, sendo elas, preparação dos ingredientes, preparação da massa, corte, modelagem dos biscoitos, assar os biscoitos, banho de chocolate e embalagem. Destaca-se que a produção de biscoitos é feita de acordo com a entrada dos pedidos.

O funcionamento da fábrica é por meio de turnos, compreendendo o horário a partir de 6 horas às 17 horas. Visto que, a produção aumenta no início do outono até o final do inverno, pois o consumo dos produtos finais se intensifica.

Para a modelagem do processo no *software* Arena, foi necessário compreender o processo produtivo, obter o tempo de duração de cada procedimento, a quantidade de funcionários em cada etapa e a quantidade produzida em cada etapa.

Ressalta-se que nesta empresa não é realizado apenas este tipo de biscoito. Porém, foi selecionado somente o biscoito Bambolê para análise, devido a disponibilidade para coletar as informações do processo por parte dos autores e funcionários e pelos dados fornecidos pela empresa.

## 2.1.1 Etapas da produção do biscoito Bambolê

A produção do biscoito Bambolê inicia-se com a pesagem dos ingredientes que é realizada apenas por um funcionário, sendo que este processo dura 6 minutos, resultando em uma massa de 25kg.

A próxima etapa é a mistura da massa, realizada por um misturador industrial, que dura 13 minutos. Após a mistura da massa, ela segue para a extrusora onde a massa sai em formato de tiras e é cortada por uma régua, visto que este procedimento tem a duração em torno de 10 a 13 minutos.

Em seguida, a massa é submetida ao processo de modelagem que é realizado por 12 funcionários, onde são distribuídos dois colaboradores por cada mesa. Este processo é feito manualmente e segue uma distribuição triangular, que, após as durações serem plotadas no gráfico  $\bar{x}$ , obteve-se um mínimo de 2 minutos e 28 segundos, uma média de 4 minutos e 21 segundos e um máximo de 6 minutos e 14 segundos para produzir um tabuleiro contendo 96 biscoitos, conforme gráfico 1.

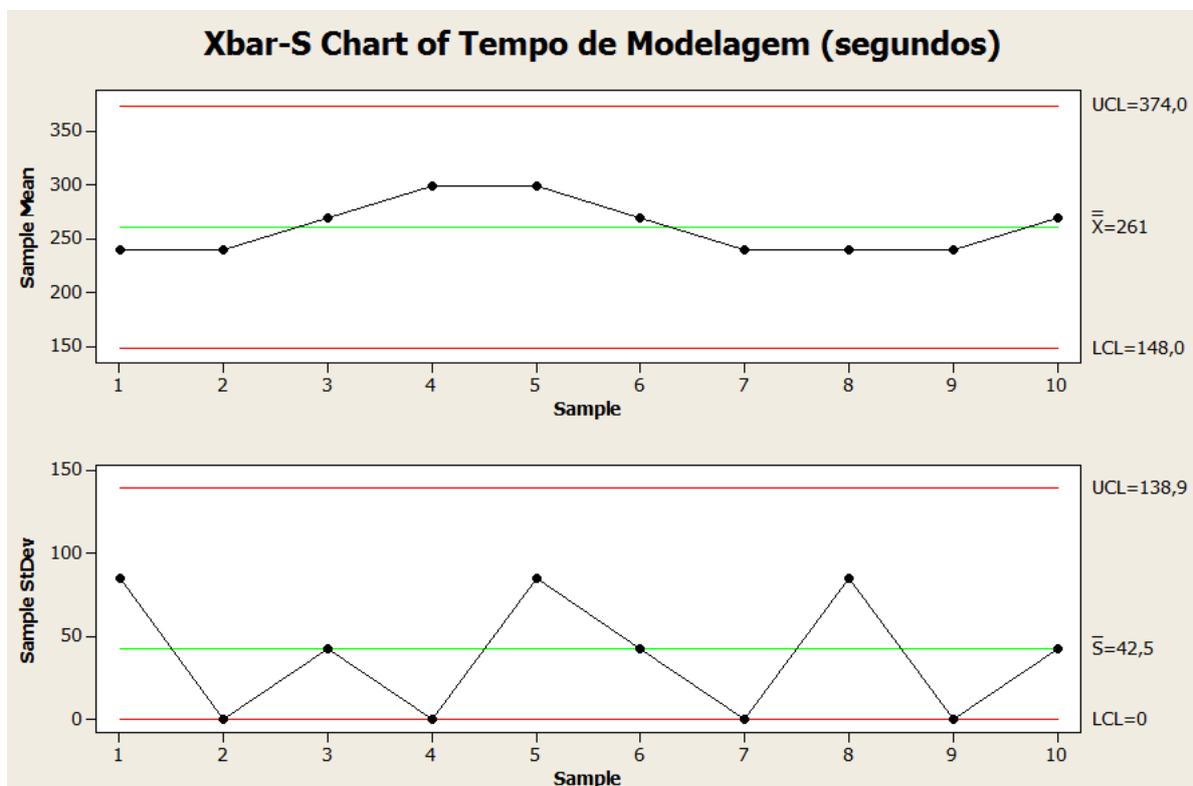


GRÁFICO 1 – Tempo de modelagem real do biscoito Bambolê.

Depois de moldados eles seguem para o forno para serem assados, durante exatos 20 minutos, dado que no forno cabem 60 tabuleiros. Posteriormente, os biscoitos são direcionados para o banho de chocolate, que é realizado em uma sala refrigerada para agilizar o processo, com duração de 1 minuto e 37 segundos para dar o banho em metade dos biscoitos de um tabuleiro, realizado por duas pessoas.

Por fim, eles são embalados em uma caixa que contém 3kg, aproximadamente 480 biscoitos, dado que esta etapa dura 4 minutos, realizada por um funcionário.

Destaca-se que esta massa inicial de 25kg rende 96 tabuleiros contendo 96 biscoitos em cada um.

## 2.2 Gestão de processos

Segundo a Fundação Nacional da Qualidade - FNQ (2011), as organizações são formadas por uma complexa união de recursos, bem como, capital humano, capital intelectual, instalações, equipamentos, sistemas informatizados, que são interdependentes e inter-relacionados, que perseguem os mesmos objetivos e tais desempenhos podem abalar de forma positiva ou negativa a organização em seu conjunto.

Com a globalização e seus atuais cenários dinâmicos, que exigem agilidade por parte das organizações públicas e privadas, houve inúmeras transformações quanto ao jeito de administração e gestão. As organizações têm procurado iniciativas para mudanças, mas na maioria dos casos, não chegam a ser efetivadas e, quando aplicadas, seus resultados raramente são avaliados de modo objetivo e claro (GRAEML, 2013).

A datar da Revolução Industrial, os gestores têm se importado mais em organizar o processo produtivo. Antigamente, existiam apenas iniciativas isoladas, geralmente relacionadas a um projeto específico. Nos dias atuais, supondo o resultado positivo alcançado com ações pontuais, os gestores passaram a utilizar a Gestão por Processos como um instrumento contínuo de gestão (BARROS, 2009).

De acordo com Júnior *et al.* (2011), a gestão por processos aparece como uma metodologia consolidada tanto na iniciativa privada como nas organizações públicas, que tem por objetivo alcançar melhores resultados através do aperfeiçoamento dos processos de trabalho. Desempenhado por todos os servidores e de forma contínua, envolve conhecer, estudar, modificar e monitorar as rotinas de trabalho. Por essa razão, é necessária a conscientização e a mobilização de todos os servidores.

A Justiça do Trabalho TRT (2015) afirma que a gestão de processos é uma orientação conceitual que idealiza as funções de uma organização baseada nas sequências de suas ações, ao invés da abordagem funcional tradicional, em que as organizações estão divididas por área de atuação, altamente burocratizadas e sem visão sistêmica do trabalho que apresentam. A abordagem por processos permite uma melhor descrição do trabalho realizado, o desenvolvimento de sistemas, a gestão do saber, o redesenho e a melhoria, por meio do estudo do trabalho feito de modo a descobrir oportunidades de evolução.

## 2.3 Processos

Para garantir a qualidade no processo e vários outros benefícios, é necessário compreender corretamente do que se trata.

Desta forma, Baldam, Valle e Rozenfeld (2014) caracterizam processo como qualquer tarefa que recebe uma entrada, com valor agregado produzido pela unidade e gera uma saída para um cliente interno ou externo e ainda reitera que os processos usufruem dos recursos da organização para obter resultados concretos.

De acordo com Rotondaro (2005), o processo é uma sequência de causas que produz um ou mais efeitos e ainda afirma que ele é uma tarefa continuada ou uma série de tarefas que modificam um conjunto estabelecido de entradas em saídas mensuráveis, o qual a organização necessita administrar e verificar seu desempenho.

## 2.4 Simulação de processos

Para os gestores de empresas, a modelagem de processos é uma ferramenta de vital importância para auxiliar na tomada de decisões. Seu uso é fundamental para que os gestores avaliem as inúmeras possibilidades de um processo agilizando a tomada de decisão. Com isso, é imprescindível que o processo de simulação seja efetuado da melhor forma possível.

Essa simulação permite ao gestor testar as opções em um modelo abstrato antes de colocá-lo em prática, evitando o custo desnecessário por parte da entidade com a aplicação de uma atividade fada a falha.

Segundo Pidd (2001), um modelo é uma representação externa e explícita de parte da realidade vista pela pessoa que deseja usar aquele modelo para entender, mudar, gerenciar e controlar parte daquela realidade. A partir dessa afirmação é importante destacar que um modelo e a realidade são termos distintos, visto que teríamos duas realidades e não um modelo, caso ambos fossem iguais.

De acordo com Costa e Politano (2008), a modelagem de processos fornece uma visão sistêmica aos gestores. Possibilita que os mesmos entendam como o processo é realizado dentro da organização e como suas tarefas afetam o cliente final.

## 2.5 O *software* Arena

O *software* Arena foi criado através da união de dois outros programas denominados SIMAN e CINEMA. De acordo com Prado (2004), o SIMAN é uma linguagem de simulação para computadores pessoais, sendo o primeiro programa voltado para essa área no ano de 1983. O CINEMA foi criado em 1984, sendo o primeiro programa para animação de simulação em computadores. Com a união e aprimoramento destes dois *softwares* foi originado o programa Arena em 1993.

O Arena é composto por um conjunto de módulos que atuam como comandos de uma linguagem de programação empregados para descrever uma aplicação real. Os elementos básicos para modelagem nesse *software* são os itens que representam as pessoas, objetos, processos, entre outras etapas que constituem as estações de trabalho (SILVA; PINTO; SUBRAMANIAN, 2007).

Segundo Prado (2004), o Arena visualiza o sistema a ser modelado como é montado em uma estação de trabalho que presta serviços aos clientes.

## 2.6 Simulação com Arena

Segundo Pinho *et al.* (2009), o *software* Arena é um meio gráfico integrado de simulação. Nele não é preciso digitar nenhuma linha de código, visto que todo o procedimento de criação do modelo de simulação é gráfico e visual, e de modo integrado. A

ferramenta de simulação Arena possui todos os recursos para modelagem de processos, desenho e animação, análise estatística e análise de resultados.

De acordo com Pessanha *et al.* (2011), para a construção de uma simulação é feito um modelo lógico-matemático que demonstra a dinâmica do sistema em estudo. Este modelo geralmente possui valores para tempos, distâncias e recursos disponíveis. No *software* Arena, a modelagem é feita visualmente com objetos orientados à simulação e com o auxílio do mouse, não sendo necessário digitar comandos lógicos de programação. No modelo são colocados dados sobre o sistema. Neste momento a simulação se diferencia, porque não são empregados valores médios para os parâmetros no modelo, e sim dados estatísticos alcançados a partir de uma coleta de dados sobre as informações a serem inseridas.

## 2.7 Gargalo

Um dos principais focos da gestão é fugir da ocorrência das não-conformidades com as condições e os padrões especificados, além de contemplar padrões preventivos referente a efeitos potenciais indesejáveis, identificados, analisados e priorizados (ALMEIDA; ALMEIDA; MEDEIROS, 2009).

Junior (2012) afirma que o gargalo de um sistema produtivo é o elemento que determina o desempenho ou a capacidade de todo um sistema, que se diz estrangulamento. Dentro de um sistema industrial, é todo ponto que limita a capacidade final de produção.

Maroueli (2008) define gargalo como todos os pontos dentro de um sistema industrial que limitam a capacidade final de produção. E ainda diz que o maior nível de ociosidade acontece quando o gargalo se situa próximo ao input, isto é, no começo da produção, porque todas as fases seguintes do sistema ficam prejudicadas. No entanto, quanto mais próximo ao output (saída), mais problemas ela causará. Isto se dá devido ao avanço dentro do sistema produtivo, fazendo com que a agregação dos custos variáveis, ou seja, aqueles que só permanecem com a produção. Com isso, o bem produzido causa gasto de matéria prima, inclusão de mão de obra e outros recursos.

O reconhecimento de gargalos em um processo produtivo de uma empresa com excesso ou escassez de eficiência produtiva é um esclarecimento substancial para a tomada de decisão, porque segundo Davis *et al.* (2001) são as limitações que indicam o desempenho do sistema e, com isso, dominam diretamente na lucratividade e a rentabilidade das organizações.

## 3. Resultados e discussões

Para analisar o comportamento do processo de fabricação do biscoito Bambolê, foi elaborado um modelo computacional através do *software* Arena. Para esta simulação coletou-se o tempo gasto em cada etapa. A figura 1 ilustra este modelo, de maneira a demonstrar a dinâmica dos processos.

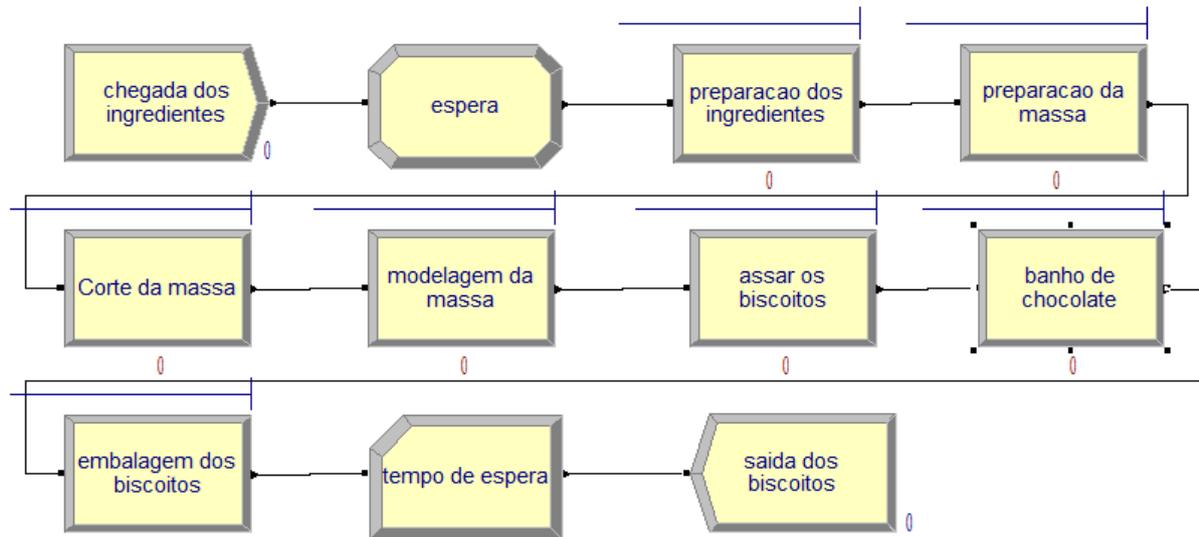


FIGURA 1 – Modelo do processo produtivo real criado através do *software* Arena.

O modelo lógico matemático desenvolvido permitiu verificar o desempenho de cada etapa do processo produtivo do biscoito Bamboê. Ressalta-se que as simulações realizadas no Arena, tiveram duração de um dia normal de trabalho da empresa. Este modelo simulado apresentou que o processo produtivo tem em média uma duração de 2 horas 44 minutos e 19 segundos.

Dentre as 7 etapas do processo, o que apresentou maior fila foi o forno, com uma média de 5,4939. Observou-se que esta fila é devido à espera dos tabuleiros para completar a quantidade máxima suportada pelo forno.

Uma nova simulação foi realizada de maneira a propor uma redução no tempo de produção deste biscoito. Como uma sugestão para minimização deste tempo foi proposto um treinamento para os funcionários que realizam o processo de modelagem do biscoito. Pois, dentre os funcionários analisados, um deles possuía uma técnica que se destacava executando a modelagem de um tabuleiro contendo 96 biscoitos, em um tempo médio de 4 minutos, conforme analisado no gráfico da média, no gráfico 2. Com este treinamento, se os funcionários realizarem a modelagem neste mesmo tempo médio de 4 minutos, em cada 6 tabuleiros em média, é possível a produção de mais um tabuleiro com 96 biscoitos, por funcionário.

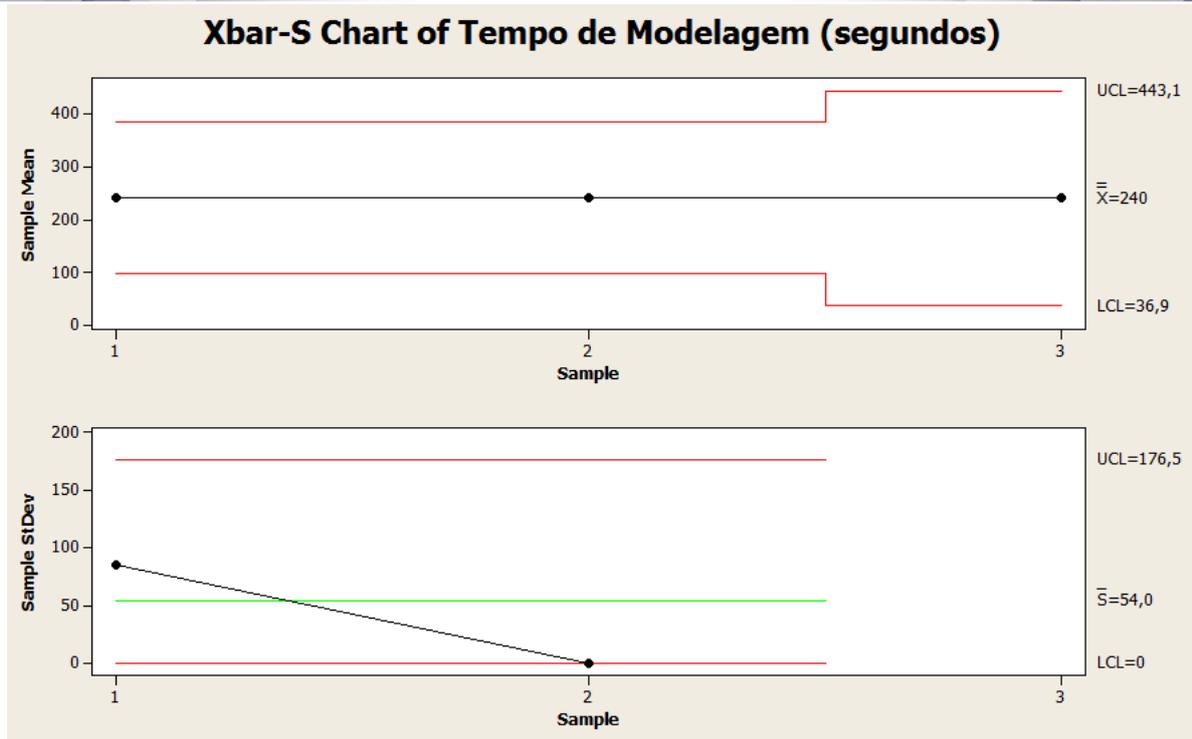


GRÁFICO 2 – Tempo de modelagem do funcionário mais habilitado.

Com a identificação do gargalo na etapa de assar os biscoitos foi proposto a inclusão de mais um forno. Com esta redução da fila no forno o gargalo passou a ser na preparação da massa, então foi proposto a inclusão de mais um funcionário nesta etapa. Como consequência desta inclusão de um funcionário na preparação da massa houve um aumento no tempo de espera na etapa de corte, com isso foi sugerido a inserção de mais um colaborador.

A partir destas propostas uma nova simulação foi realizada como forma de expor a restrição de tempo nas etapas, de acordo com a figura 2.

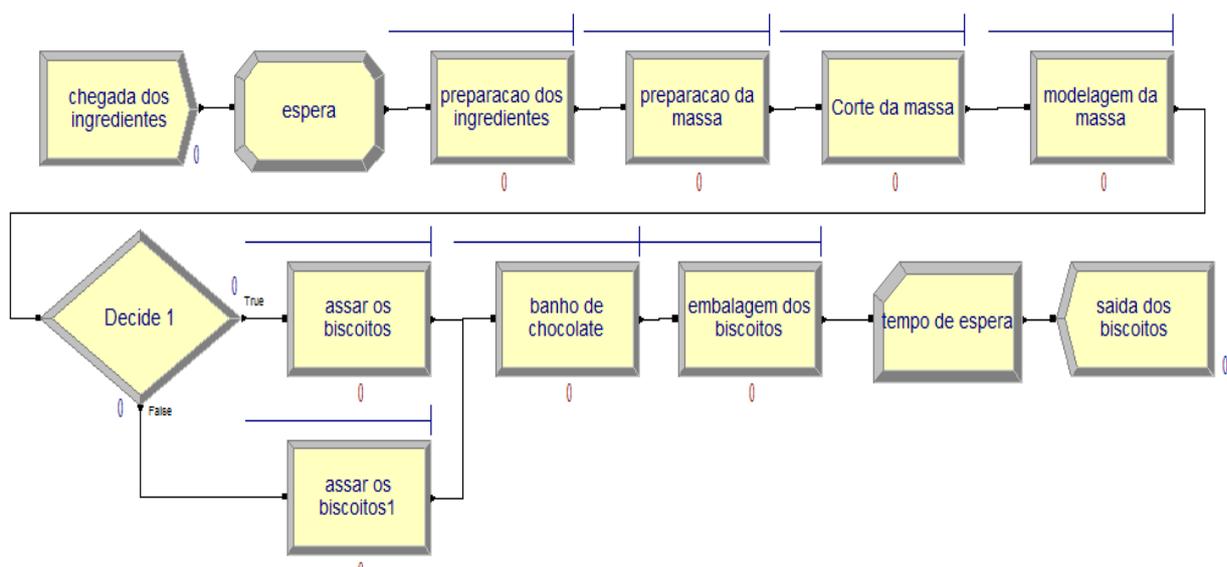


FIGURA 2 - Modelo do processo produtivo proposto criado através do *software* Arena.

Com base no resultados gerados a partir da nova simulação verificou-se que o tempo médio de produção total foi de 58 minutos e 1 segundo.

Os resultados obtidos foram satisfatórios, contudo vale salientar que uma versão avançada do *software* possibilitará um maior número de alternativas e soluções para o processo.

#### 4. Considerações finais

A partir dos resultados alcançados, analisou-se que a simulação computacional é capaz de se tornar uma grande aliada para o gerenciamento da produção.

Destaca-se a relevância de se observar minuciosamente as operações executadas no processo produtivo, esta atividade é indispensável para que ações de possíveis correções e otimizações possam ser empregadas. Contudo, a identificação de gargalos em processos produtivos é uma informação essencial à elaboração e introdução de estratégias.

Com a identificação dos gargalos no processo real, foram propostas algumas mudanças para o processo. Assim, de acordo com os resultados da nova simulação, foi possível concluir que houve uma redução de 1 hora 46 minutos e 18 segundos no processo. Ficando, assim, à critério da direção da fábrica de biscoito, na qual o processo foi estudado, analisar se o modelo proposto atende as suas necessidades atuais.

#### Referências

- ALVES, C. C. *Gráficos de Controle CUSUM: Um enfoque dinâmico para análise estatística de processos*. Florianópolis, 2003.
- ALMEIDA, R. C.; ALMEIDA, M. F.; MEDEIROS, K. F. *Análise do processo produtivo e a identificação de gargalos na produção do caulim*. Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Salvador, 2009.
- BALDAM, R.; VALLE, R.; ROZENFELD, H.. *Gerenciamento de Processos de Negócio – BPM: Uma referência para implantação prática*. São Paulo: Elsevier Brasil, 2014.
- BARROS, D. B. *Governança de Processos: Proposição de um modelo teórico de governança para a gestão por processos*. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2009.
- CENTRO DA QUALIDADE, SEGURANÇA E PRODUTIVIDADE. *Minitab*. Disponível em: <<http://www.qsp.org.br/minitab.shtml>> Acesso em: 11 de junho de 2017.
- COSTA, E. P.; POLITANO, P. R. *Modelagem e mapeamento: técnicas imprescindíveis na gestão de processos de negócios*. Rio de Janeiro, 2008.
- DAVIS, M.; AQUILANO, N.; CHASE, R. *Fundamentos da administração da produção*. Porto Alegre, 2001.
- FUNDAÇÃO NACIONAL DA QUALIDADE - FNQ. *Excelência em Gestão*. São Paulo, 2011.
- GRAEML, A. R. *Gestão do Produto e do Processo*. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2013.
- JUNIOR, I. A. S. *Balanceamento de linha: estudo de caso para otimização de recursos em uma linha de produção*. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira – PR, 2012.
- JÚNIOR, Mi F. P.; JÚNIOR, José Eliton de Figueredo; VECCI, Giuseppe; REIS, Maria Christina de Azeredo Costa; ZAIDEN, Janine Almeida Silva. *Manual de Gestão por Processos*. Goiânia, 2011.
- JUSTIÇA DO TRABALHO – Tribunal Regional do Trabalho. *Manual Gestão de Processos*. Versão 1.7. Rio de Janeiro, 2015.
- MAROUELI, C. A. *Gargalos na produção*. Faculdade de José Bonifácio. São Paulo, 2008.
- MONTGOMERY, D. *Introdução ao Controle Estatístico da Qualidade*. Rio de Janeiro: LTC, 4ª edição, 2004.

# XI EIPA

XI ENCONTRO DE ENGENHARIA  
DE PRODUÇÃO AGROINDUSTRIAL

Anais ISSN - 2176-3097

PEREIRA, R. M.; MARQUES, H. R.; BOTELHO, L. H. F.; CASTRO, S. O. C.; VIEIRA, A. F. *Administração de Produção e Operações: Evolução, Conceito e Interdisciplinaridade com as demais Áreas Funcionais*. Rio de Janeiro, 2015.

PESSANHA, A. M. B.; FILHO S. M. D. R.; MELO, N. A. F. *Estudo da aplicação do software arena em um contrato de prestação de serviço de manutenção de instrumentação*. Rio de Janeiro, 2011.

PIDD, M. *Modelagem empresarial: ferramentas para tomada de decisão*. Porto Alegre: Bookman, 2001.

PINHO, B.; CAPELLI, C.; LIMA, L.; NASCIMENTO, L.; SENNA, P.; PAIM, R. *Metodologias e Ferramentas para Simulação de Processos*. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2009.

PRADO, D. *Usando o Arena em simulação*. Belo Horizonte: INDG, 2004.

ROTONDARO, R. G. *Gerenciamento por processos*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

SILVA, L. M. F., PINTO, M. G., SUBRAMANIAN, A. *Utilizando o software Arena como ferramenta de apoio ao ensino em Engenharia de Produção*. Foz do Iguaçu, 2007.

SILVA, P. B.; BORGES, T. R.; HENRIQUES, V. R.; TRISOTTO, W. *Amostragem Aleatória Simples*. Curitiba, 2007.