

SIMULAÇÃO EM UMA LINHA DE PRODUÇÃO DE SALGADOS***SIMULATION IN A SALTING PRODUCTION LINE***

Leonardo Fernandes Alves – leonardo.falves@hotmail.com

Rhadler Herculani – herculani@gmail.com

Faculdade de Tecnologia de Bebedouro (FATEC) – SP – Brasil

DOI: 10.31510/infa.v15i2.383

RESUMO

O presente artigo visa mostrar, através de um estudo de caso, como a simulação pode auxiliar a empresa estudada, otimizando seus processos e utilização de seus recursos. Sua finalidade foi estudar uma linha de produção de salgados e propor uma melhoria para a mesma, identificando o problema, através da utilização do *software* ARENA, assim como uma de suas ferramentas, o *Input Analyser*. A simulação é uma ferramenta muito eficaz, uma vez que antevê o desempenho de sistemas complexos, avaliando as oscilações e interações dos componentes deste sistema. O artigo foi elaborado tendo como base um estudo de caso em uma lanchonete em Bebedouro, no interior de São Paulo. A metodologia utilizada foi a cronometragem dos tempos de cada processo. Com os resultados, foi possível observar onde estava o gargalo e corrigi-lo. Assim, concluiu-se que a simulação, através do ARENA, é importante para um processo, sendo possível otimizar a utilização dos recursos e melhorar os procedimentos envolvidos.

Palavras-chave: Cronometragem. *Input Analyser*. Melhoria.

ABSTRACT

The present article aims to show, through a case study, how the simulation can help the studied company, optimizing its processes and use of its resources. Its purpose was to study a salting production line and propose an improvement for it, identifying the problem through the use of ARENA software, as well as one of its tools, the Input Analyzer. Simulation is a very effective tool, since it foresees the performance of complex systems, evaluating the oscillations and interactions of the components of this system. The article was elaborated based on a case study in a cafeteria in Bebedouro, in the interior of São Paulo. The methodology used was the timing of the times of each process. With the results, it was possible to observe where the bottleneck was and correct it. Thus, it was concluded that the simulation, through the ARENA, is important for a process, being possible to optimize the use of resources and improve the procedures involved.

Keywords: Timing. Input Analyser. Improvement.

1 INTRODUÇÃO

Um dos principais problemas que as empresas enfrentam são os gargalos operacionais. Para corrigir e maximizar o desempenho, elas buscam e investem cada vez mais em tecnologias e *softwares* especializados em análises de processos, se tornando indispensáveis para qualquer empresa.

A simulação é fundamental para auxiliar toda empresa que tem um processo onde existe um sistema de entrada, transformação/produção e saída. Visto que as organizações, hoje em dia, precisam ser mais ágeis e eficientes em seus processos, a simulação é uma ferramenta importante para a localização (e solução) do problema, assim como na tomada de decisões da empresa.

Dessa forma, a simulação auxilia na tomada de decisão, e seus resultados, se aplicados, promovem uma redução em seus custos operacionais e otimizam os processos tanto na produção de um produto quanto na prestação de um serviço (atendimento). Com isso, alavanca-se o nível de serviço oferecido ao cliente.

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é mostrar, através de um estudo de caso, como a simulação pode auxiliar a empresa estudada, otimizando seus processos e utilização de seus recursos.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Segundo Prado (2014), para reproduzir ou imitar algo, usa-se a simulação, palavra que apresenta vários conceitos. Afim de se obter o melhor arranjo físico, a quantidade ideal de prestadores de serviços e, ainda, a melhor rota do fluxo do sistema, é necessário que o sistema seja otimizado, ou seja, balanceado.

A finalidade de se ter um fluxo produtivo balanceado é fazer com que uma operação imediatamente produza a mesma quantidade de uma anterior, equilibrando capacidade e carga e, também, minimizando estoques intermediários no processo. Dessa forma, o fluxo produtivo torna-se contínuo e as filas entre os postos de trabalho, menores. (SILVA; PINTO; SUBRAMANIAN, 2007).

Prado (2014), ainda diz que a simulação pode ser aplicada em várias áreas como linhas de produção, logística, áreas de comunicação, bancos, supermercados, escritórios etc.

A simulação não é um instrumento mágico que exclui o trabalho de compreensão humano, senão um instrumento poderoso, competente para cultivar frutos para uma análise

mais preparada a respeito da dinâmica do sistema. Assim, a simulação admite uma interpretação mais significativa e compreensiva do sistema em questão (TORGA; MONTEVECHI; PINHO, 2006).

A simulação é uma ferramenta muito eficaz, uma vez que antevê o desempenho de sistemas complexos, avaliando as oscilações e interações dos componentes deste sistema. Torga, Montevechi e Pinho (2006) dizem que a simulação tem se transformado em uma das técnicas mais conhecidas para se avaliar problemas complexos em recintos da indústria.

Para Kluever (2017), “na solução de problemas de engenharia, é necessário compreender e determinar a resposta dinâmica de sistemas físicos que podem consistir em vários componentes”. Geralmente criar protótipos ou aplicar um teste real é impraticável ou muito custoso para a empresa, porém é necessário fazer todo o tipo de análise e testes preliminares antes da implantação do projeto.

De acordo com Miyagi (2006), para estudar o comportamento de um sistema, deve ser usado um modelo de simulação, o qual utiliza diversos critérios em relação a operação do sistema. Portanto, usa-se os métodos de simulação com o propósito de “imitar” o comportamento de um sistema em um determinado tempo desejado.

Miyagi (2006, p. 2) generaliza que “a simulação pode ser usada como uma ferramenta para prever os efeitos de uma mudança em sistemas existentes e também como uma ferramenta de projeto para avaliar e validar o desempenho de novos sistemas”.

Já para Paragon (2005), simulação é o mecanismo de entender a atuação e as respostas de um certo sistema por meio de modelos, que reproduzem total ou parcialmente as peculiaridades e desempenhos deste sistema em uma menor proporção, possibilitando sua manipulação e estudo detalhado.

Para Miyagi (2006), compõem um sistema: entidade, atributo, atividade, evento e estado. O primeiro componente, entidade, é explicado como um objeto de interesse que se deseja analisar em um sistema; atributo é uma propriedade da entidade, ou seja, uma característica do objeto; já atividade é caracterizada como uma ação ocorrida dentro do sistema, enquanto evento é a atividade que modifica e altera o estado do sistema; e, finalmente, estado é a situação atual do sistema. A Figura 1 exemplifica os componentes do sistema.

Figura 1 – Exemplo de sistemas e seus componentes

Sistema	Entidades	Atributos	Atividades	Eventos	Variáveis de estado
Bancos	Clientes	Conta corrente	depósito, retirada	Chegada ao banco, saída do banco	número de caixas ocupados, número de clientes esperando
Transporte	Veículos transportadores	Malha viária, destino	transporte (movimentação)	Chegada na estação, saída da estação	número de veículos esperando em cada estação, número de veículos em trânsito
Manufatura	Máquinas	Velocidade, capacidade, taxa de falhas	usinagem, estampagem, soldagem	falha, quebra	estado da máquina (ocupado, livre, quebrada)
Comunicações	Mensagens	Comprimento, destino	transmissão de mensagens	Chegada da mensagem ao destino	número de mensagens esperando para serem transmitidos
Inventário	Almoxarifado, estoque	Capacidade	retirada de partes	Pedido	Nível do estoque, demanda prevista

Fonte: Adaptada de Miyagi (2006)

Miyagi (2006) ainda diz que um modelo é uma interpretação de um sistema com o desejo de analisá-lo, sendo necessário, para isso, apenas a consideração dos aspectos do sistema que atingem essa análise, ou seja, os problemas que são relevantes.

De acordo com Miranda et al (2006), o ARENA é um instrumento significativo e flexível, possibilitando ao investigador desenvolver modelos dinâmicos de simulação que simbolizam virtualmente um sistema.

Segundo Paragon (2005), o ARENA se molda em uma das áreas da simulação por computador, sendo o mais recente desenvolvimento da Simulação, envolvendo um ambiente que compreende lógica e animação com ferramentas poderosas de análise estatística.

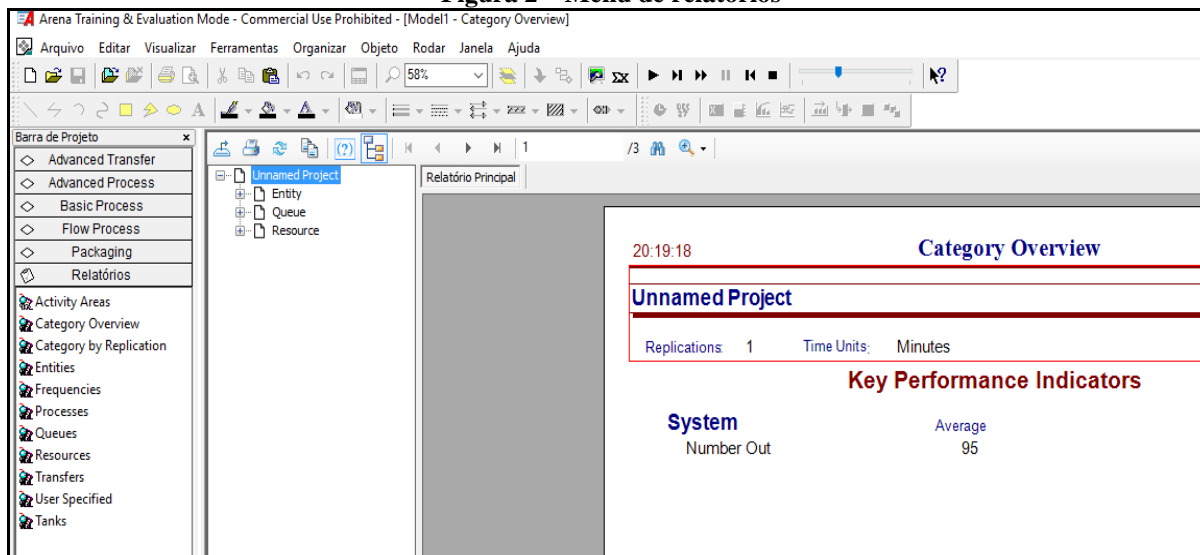
Prado (2014) diz que o *software* ARENA é uma melhoria contínua de outros dois programas, o SIMAN e o CINEMA, fabricados pela mesma empresa, a americana *Systems Modeling*, em que este foi o primeiro *software* de animação para PC, e, aquele, o primeiro *software* de simulação para PC.

Miyagi (2006, p. 51) frisa que o “ARENA é um pacote de simulação extensível e com recursos de animação. O modelo de simulação é construído selecionando módulos que contêm características do processo”.

Finalizadas as simulações, Costa e Pereira (2009) salientam que aparecerá uma tela indicando a possibilidade de visualizar relatórios pós-simulação, que podem apresentar vários resultados, como tempo e custo, indicadores de desempenho, estatísticas para determinado

tipo de entidade, ocupação de recursos, indicadores de filas entre outros. Os relatórios auxiliarão no processo de tomada de decisão. A Figura 2 ilustra a tela de relatório.

Figura 2 – Menu de relatórios



Fonte: Elaborado pelos Autores (2018)

A Figura 2 mostra a relação dos relatórios disponíveis, a relação das variáveis e, ainda, a visualização do relatório selecionado.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa teve caráter quantitativo, onde foi realizada uma pesquisa bibliográfica através de livros, artigos e internet. Foi utilizado o método descritivo para análise dos dados através de simulação computacional com a utilização do *software* ARENA versão 15.

Os dados da pesquisa foram obtidos cronometrando-se tempos do processo de produção de um produto específico na área alimentícia. Estudou-se a fabricação de coxinhas em uma lanchonete localizada na região central do município de Bebedouro (SP).

Para tanto, foram utilizados um cronômetro de hora centesimal e um computador, onde foram utilizados um editor de planilhas (EXCEL) e um programa de simulação e modelagem (ARENA).

Sendo assim, acompanhou-se o processo desde a separação dos ingredientes, fabricação da massa, fabricação do recheio, modelagem e fritura. Os processos se detalham em:

- Separação dos ingredientes: Todos os dias, no começo do expediente, um funcionário é responsável pela separação dos ingredientes para fabricação da massa e recheio.
- Fabricação da massa: Os ingredientes são utilizados conforme a ficha técnica de produção, e neste processo há uma pessoa que é dedicada a esta atividade.
- Fabricação do recheio: Há três tipos de recheios: tradicional (frango), brócolis e carne seca. Nesta atividade, também existe a dedicação de um colaborador.
- Modelagem: A massa é preenchida com o recheio; um funcionário desprende dessa função.
- Fritura: O salgado é frito e incluído no balcão térmico para venda. Um colaborador é responsável pela fritura.

Tabela 1 - Tempos cronometrados

Tempos coletados (minutos)						
Separação dos ingredientes (para 100 unidades)	Produção da massa (por unidade)	Produção recheio frango (por unidade)	Produção recheio brócolis (por unidade)	Produção recheio carne seca (por unidade)	Modelagem (por unidade)	Fritura (por unidade)
4,670	0,2000	1,496	0,372	1,239	1,180	2
4,610	0,1855	1,494	0,373	1,267	1,220	2
4,780	0,1842	1,470	0,383	1,269	1,230	2
4,125	0,2020	1,468	0,396	1,280	1,130	2
3,720	0,1859	1,455	0,392	1,261	1,220	2
4,250	0,1828	1,455	0,363	1,256	1,180	2
4,765	0,1927	1,475	0,382	1,278	1,250	2
4,095	0,1946	1,471	0,395	1,278	1,170	2
3,730	0,1849	1,486	0,376	1,259	1,210	2
4,250	0,1648	1,456	0,396	1,278	1,150	2
3,695	0,1628	1,460	0,386	1,287	1,190	2
3,780	0,1838	1,466	0,385	1,245	1,190	2
4,135	0,1829	1,486	0,376	1,266	1,110	2
3,600	0,1829	1,476	0,390	1,265	1,180	2
3,750	0,2000	1,437	0,383	1,269	1,170	2
4,145	0,1933	1,446	0,386	1,259	1,250	2
4,675	0,1829	1,466	0,394	1,269	1,180	2
3,745	0,1835	1,484	0,382	1,269	1,150	2
4,280	0,1858	1,458	0,385	1,296	1,190	2
4,195	0,1849	1,466	0,396	1,266	1,140	2
4,700	0,1848	1,460	0,376	1,265	1,240	2
3,630	0,1829	1,457	0,383	1,249	1,210	2
4,225	0,1928	1,468	0,394	1,270	1,110	2
3,675	0,1850	1,491	0,384	1,284	1,100	2
4,000	0,1920	1,486	0,393	1,265	1,110	2
3,615	0,1850	1,466	0,372	1,268	1,230	2
4,770	0,1856	1,469	0,395	1,279	1,220	2
4,610	0,1857	1,458	0,375	1,270	1,200	2
4,145	0,1846	1,477	0,385	1,267	1,250	2
4,775	0,1826	1,478	0,395	1,290	1,090	2

Fonte: Elaborado pelos Autores (2018)

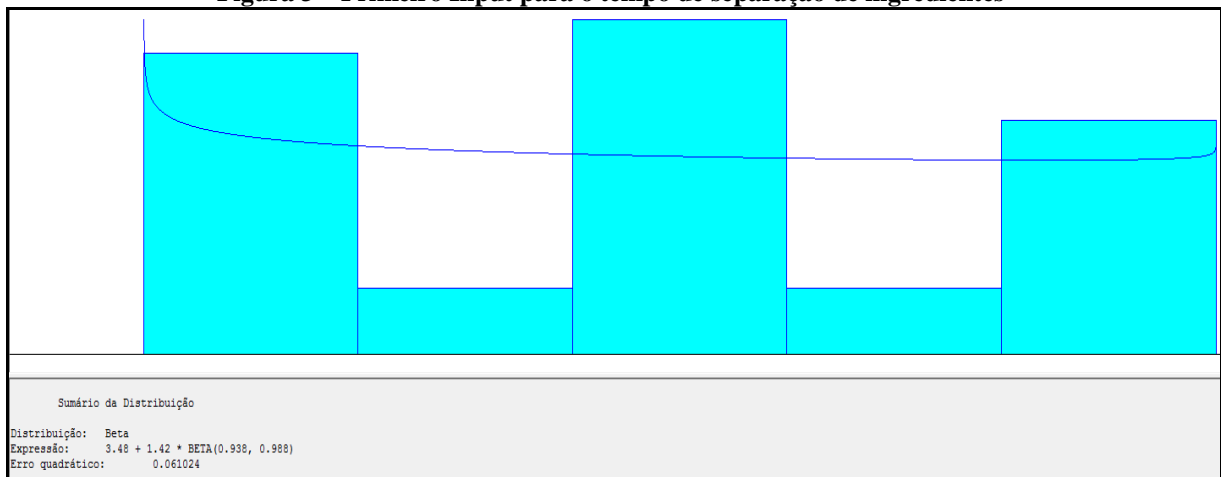
Conforme os procedimentos de produção descritos acima, a Tabela 1 demonstra os tempos cronometrados em cada processo.

Foram coletados 30 tempos, representando 30 dias consecutivos, sendo 1 tempo para cada dia, já que o processo é realizado apenas uma vez ao dia.

Após coletados os tempos, foi utilizado a ferramenta do ARENA, o *Input Analyser*, a fim de calcular a melhor expressão estatística para inserir no *software*. As imagens abaixo mostram os gráficos e as expressões de cada processo cronometrado.

Conforme a Figura 3, a expressão resultante a ser colocada no ARENA é $3.48 + 1.42 + \text{BETA}(0.938, 0.988)$.

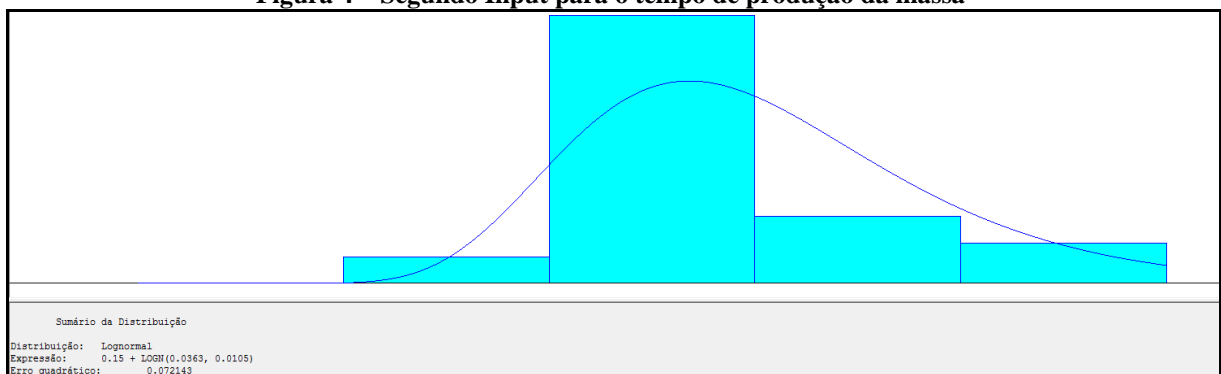
Figura 3 – Primeiro Input para o tempo de separação de ingredientes



Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

Conforme a Figura 4, a expressão resultante a ser colocada no ARENA é $01.15 + \text{LOGN}(0.0363, 0.0105)$.

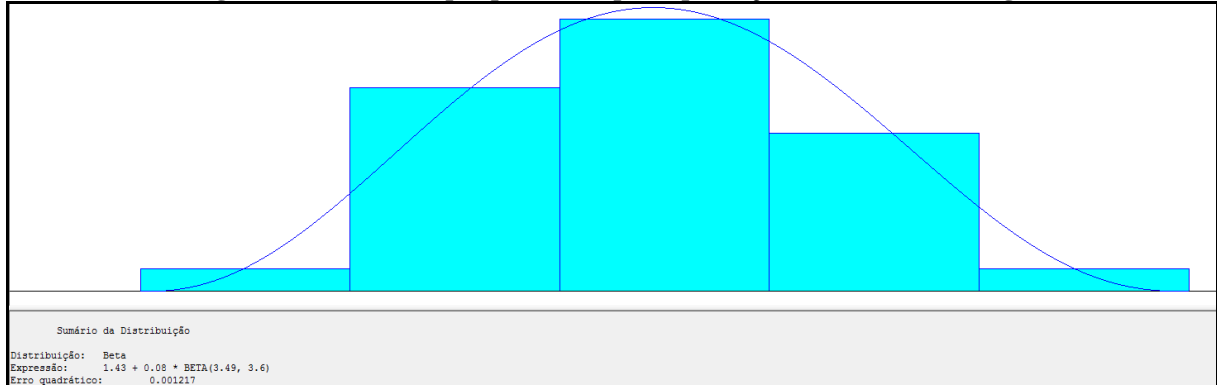
Figura 4 – Segundo Input para o tempo de produção da massa



Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

Conforme a Figura 5, a expressão resultante a ser colocada no ARENA é $1.43 + 0.08 * \text{BETA}(3.49, 3.6)$.

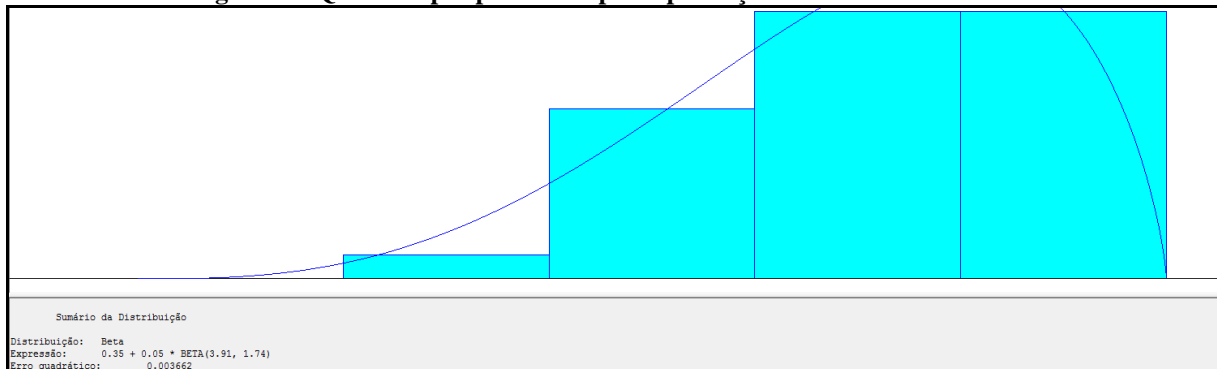
Figura 5 – Terceiro Input para o tempo de produção do recheio de frango



Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

Conforme a Figura 6, a expressão resultante a ser colocada no ARENA é $0.35 + 0.05 * \text{BETA}(3.91, 1.74)$.

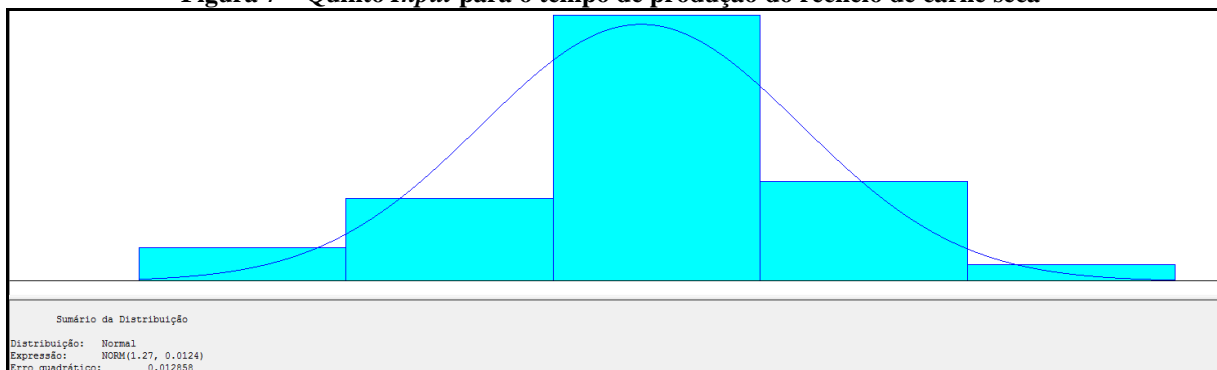
Figura 6 – Quarto Input para o tempo de produção do recheio de brócolis



Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

Conforme a Figura 7, a expressão resultante a ser colocada no ARENA é $\text{NORM}(1.27, 0.0124)$.

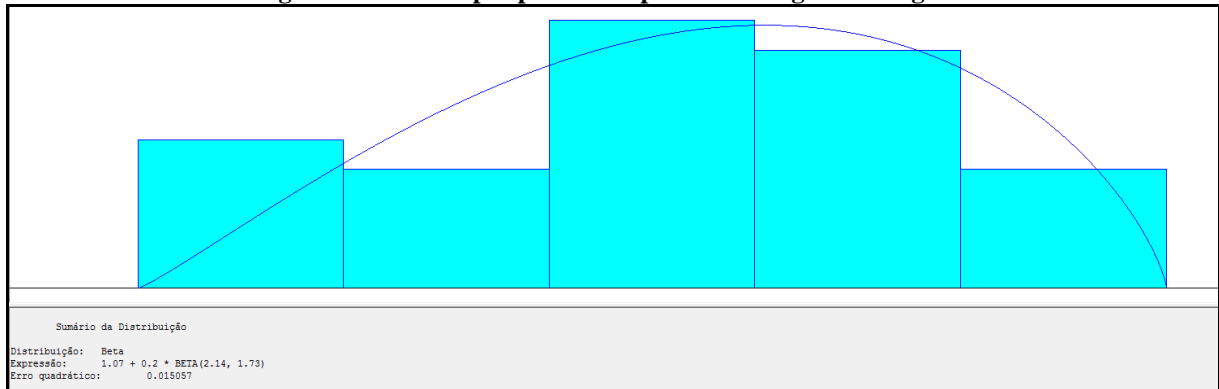
Figura 7 – Quinto Input para o tempo de produção do recheio de carne seca



Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

Conforme a Figura 8, a expressão resultante a ser colocada no ARENA é $1.07 + 0.2 * \text{BETA}(2.14, 1.73)$

Figura 8 – Sexto Input para o tempo de modelagem do salgado



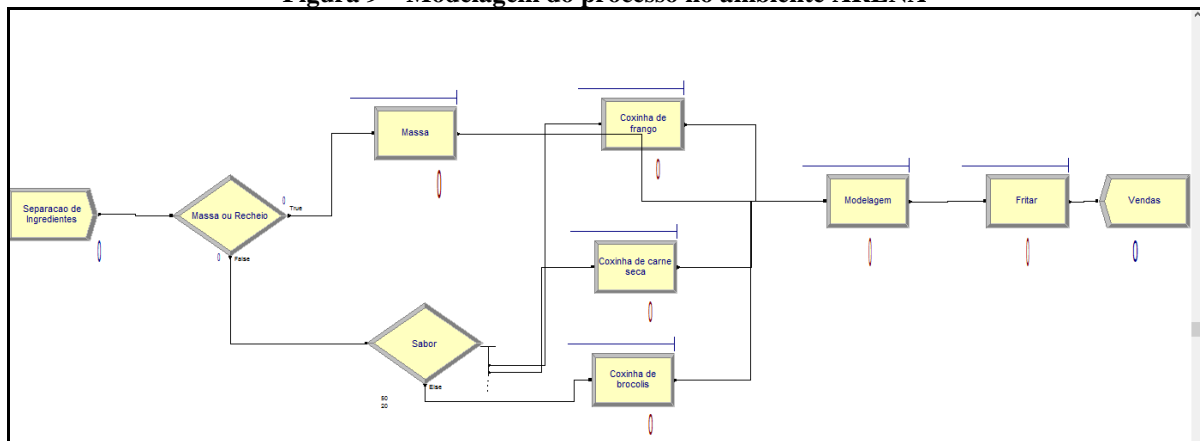
Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

Como foi possível observar acima, cada processo possui uma expressão particular, decorrente de seus tempos peculiares para determinadas atividades.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da coleta de tempos, foi possível modelar o processo, configurado no *layout* abaixo da Figura 9:

Figura 9 – Modelagem do processo no ambiente ARENA

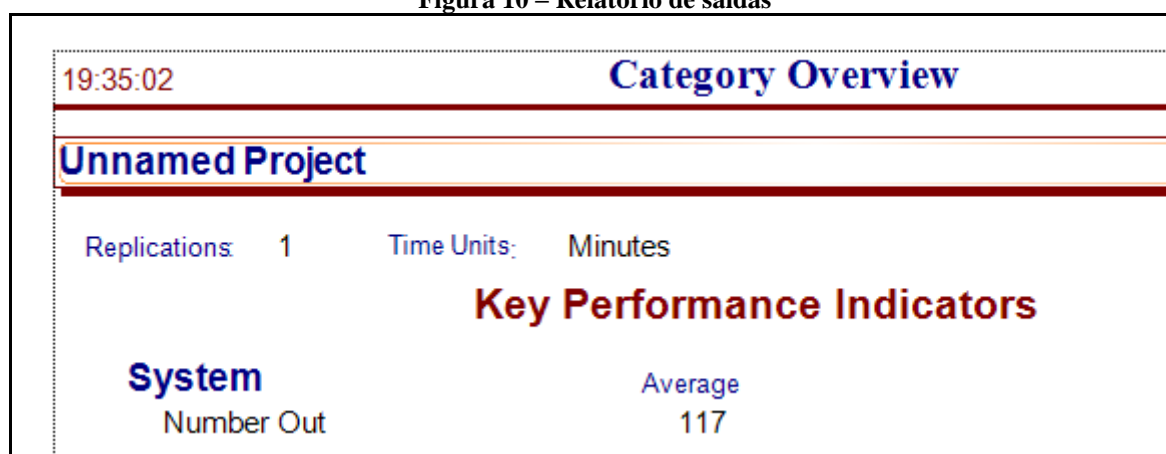


Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

Em decorrência da simulação rodada no *software* ARENA, observou-se no processo que um recurso encontrava-se com pouca utilização (Empregado 1); e ainda a saída de 117 coxinhas. As Figuras 10 à 12 mostram o relatório com essas informações.

Observando a Figura 10, verifica-se que 117 coxinhas foram retiradas do processo.

Figura 10 – Relatório de saídas

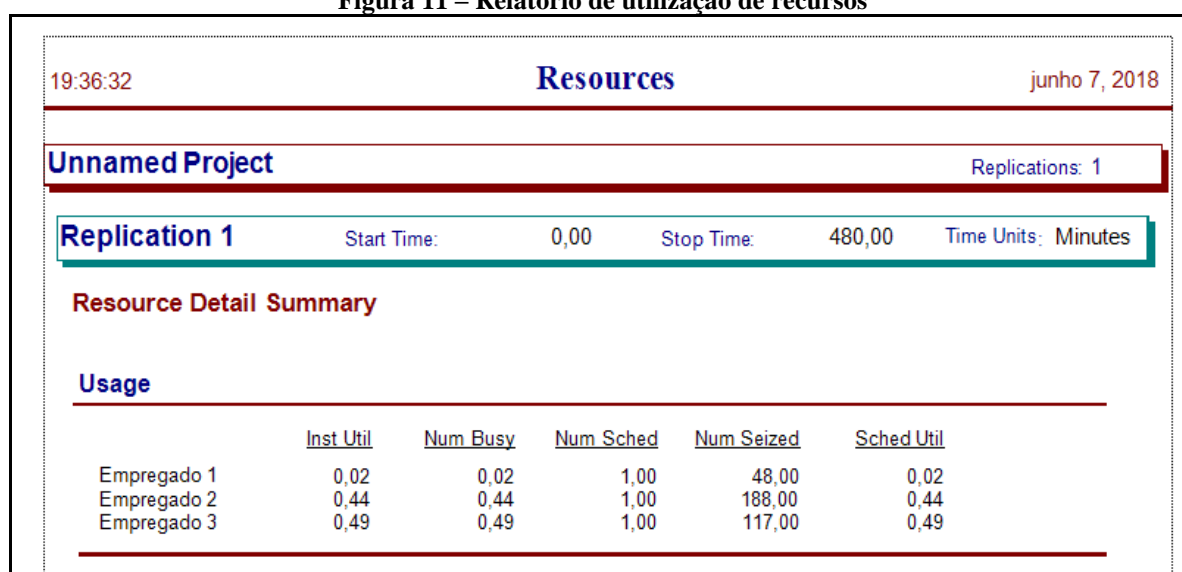


Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

Na Figura 11 se verifica que o empregado 1 está sendo utilizado apenas 2% no decorrer de todos os processos, o empregado 2, 44% e o empregado 3, 49%.

Assim, há subutilização do empregado 1.

Figura 11 – Relatório de utilização de recursos



Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

Sendo assim, foi proposto um novo modelo, sem alteração do *layout* da Figura 9, com o objetivo de melhorar a utilização dos recursos, mantendo o roteiro dos processos e atividades. O novo modelo proposto fez com que o recurso ocioso (Empregado 1) passasse de 2% para 66% de sua utilização, eliminando assim a ociosidade do processo.

A Figura 12 confirma esse aumento da utilização do recurso Empregado 1:

Figura 12 – Novo relatório de utilização de recursos

Resources					
20:07:11					junho 7, 2018
Unnamed Project					Replications: 1
Replication 1	Start Time:	0,00	Stop Time:	480,00	Time Units: Minutes
Resource Detail Summary					
Usage					
	<u>Inst Util</u>	<u>Num Busy</u>	<u>Num Sched</u>	<u>Num Seized</u>	<u>Sched Util</u>
Empregado 1	0,66	0,66	1,00	235,00	0,66
Empregado 2	0,44	0,44	1,00	187,00	0,44
Empregado 3	0,49	0,49	1,00	117,00	0,49

Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

Para obter esse resultado, foi necessário realocar o Empregado 1 para outros processos, como a produção dos recheios da coxinha de frango, coxinha de carne seca e coxinha de brócolis e fritar, além da produção da massa.

Uma comparação entre os dois resultados revela um aumento de produtividade do recurso Empregado 1, onde saltou de 2 para 66% de sua utilização, eliminando a ociosidade do mesmo.

Em geral, estes resultados indicam que a simulação foi importante para observar e corrigir as falhas detectadas no processo, sendo uma essencial ferramenta para melhoria de processos.

5 CONCLUSÃO

Com base na teoria de simulação em logística e utilização do *software* ARENA, foi possível analisar a linha de produção de uma lanchonete, e dessa maneira, encontrar os gargalos nos processos da linha de produção.

Como solução, foi sugerido a alocação de mais funções ao colaborador denominado na simulação como “Empregado 1”. De acordo com a análise feita no ambiente ARENA, o colaborador “Empregado 1” demonstrou pouca utilização perante o processo, sem alteração do *layout*. Após realizada a nova simulação com a melhoria, foi possível identificar um maior e melhor aproveitamento deste colaborador, eliminando seu tempo ocioso e aproveitando a mão de obra de todos os funcionários de maneira equilibrada e eficaz.

Sendo assim, foi possível atingir o objetivo proposto (uso da tecnologia para maximizar o desempenho), auxiliando a empresa em seus processos e na utilização de seus recursos.

Os resultados deste estudo mostram a importância de usar a simulação em um processo a fim de que o mesmo seja eficiente e seus recursos sejam otimizados.

REFERÊNCIAS

- COSTA, M. A. B; PEREIRA, C. R. **Apostila ARENA 11.0**. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAfIn4AB/apostila-arena-11>>. Acesso em: 07 jun. 2018.
- KLUEVER, C. A. **Sistemas dinâmicos: modelagem, simulação e controle**. Rio de Janeiro: LTC, 2017.
- MIRANDA, J. C. et al.. **O software ARENA**. Dissertação (Bacharelado em Ciência da Computação) – Centro Universitário do Sul de Minas, Varginha, 2006.
- MIYAGI, P. E. **Introdução à simulação discreta**. São Paulo, 2006. (Apostila).
- PARAGON. **Introdução à Simulação**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Porto Alegre, 2005. **Anais**, Porto Alegre: ENGGENEP, 2005.
- PRADO, D. **Usando o ARENA em simulação**. 5ª ed. Belo Horizonte/MG: Falconi, 2014.
- SILVA, L. M. F.; PINTO, M. G.; SUBRAMANIAN, A. **Utilizando o software ARENA como ferramenta de apoio ao ensino em engenharia de produção**. 2007. Disponível em: <http://files.engenhariauniverso.webnode.com/200000119-16204169cb/ENEGEP2007_TR660482_9236.pdf>. Acesso em: 17 abr. 2018.
- TORGA, B. L. M.; MONTEVECHI, J. A. B.; PINHO, A. F. **Modelagem, simulação e otimização em sistemas puxados de manufatura**. 2006. Disponível em: <http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais_13/artigos/168.pdf>. Acesso em: 13 mar. 2018.