

A Engenharia de Produção na Contemporaneidade

Marcos William Kaspchak Machado
(Organizador)



Atena
Editora

Ano 2018

Marcos William Kaspchak Machado
(Organizador)

A Engenharia de Produção na Contemporaneidade

Atena Editora
2018

2018 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Geraldo Alves e Natália Sandrini

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

M149 e Machado, Marcos William Kaspchak
A engenharia de produção na contemporaneidade [recurso eletrônico] / Marcos William Kaspchak Machado. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2018. – (A Engenharia de Produção na Contemporaneidade; v. 1)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: World Wide Web.

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-85107-99-4

DOI 10.22533/at.ed.994180912

1. Engenharia de produção. I. Título.

CDD 658.5

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2018

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “*A Engenharia de Produção na Contemporaneidade*” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora. O volume I apresenta, em seus 30 capítulos, os novos conhecimentos para a engenharia de produção nas áreas de gestão de processos produtivos, manutenção e simulação.

As áreas temáticas de gestão de processos produtivos, manutenção e simulação, tratam de temas relevantes para otimização dos recursos organizacionais. A constante mutação neste cenário torna necessária a inovação na forma de pensar e fazer gestão, planejar e controlar as organizações, para que estas tornem-se agentes de desenvolvimento técnico-científico, econômico e social.

A crescente aplicação tecnológica e inovação nos sistemas produtivos evidencia a necessidade de processos de gestão. Muitos destes processos dependem de simulações para reduzir custos de implantação e aumento do nível de precisão, auxiliando na gestão da manutenção e consequente aumento de eficiência e produtividade.

Este volume dedicado à gestão de processos produtivos, manutenção e simulação traz artigos que tratam de temas emergentes sobre o planejamento e controle de produção, gestão de processos, mapeamento do fluxo de valor, layout e logística empresarial, gestão da manutenção e simulação aplicada aos sistemas produtivos.

Aos autores dos capítulos, ficam registrados os agradecimentos do Organizador e da Atena Editora, pela dedicação e empenho sem limites que tornaram realidade esta obra que retrata os recentes avanços científicos do tema.

Por fim, espero que esta obra venha a corroborar no desenvolvimento de conhecimentos e inovações, e auxilie os estudantes e pesquisadores na imersão em novas reflexões acerca dos tópicos relevantes na área de engenharia de produção.

Boa leitura!

Marcos William Kaspchak Machado

SUMÁRIO

GESTÃO DE PROCESSOS PRODUTIVOS, MANUTENÇÃO E SIMULAÇÃO

CAPÍTULO 1	1
ANÁLISE DE TEMPOS E MOVIMENTOS APLICADOS NA PRODUÇÃO DE BOLOS EM UMA CONFEITARIA NO MUNICÍPIO DE CASTANHAL/PA	
<i>Elida Roberta Carvalho Xavier</i>	
<i>Fernanda Quitéria Arraes Pimentel</i>	
<i>Larissa dos Santos Souza</i>	
<i>Marcelo Silva de Oliveira Filho</i>	
<i>Ramon Medeiros de Souza</i>	
DOI 10.22533/at.ed.9941809121	
CAPÍTULO 2	16
ANÁLISE DO PROCESSO PRODUTIVO DE CARRINHOS DE SUPERMERCADO	
<i>Ana Luiza Lima de Souza</i>	
<i>Andreia Macedo Gomes</i>	
<i>Dyego de Queiroz Brum</i>	
DOI 10.22533/at.ed.9941809122	
CAPÍTULO 3	31
AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE GESTÃO DE PROCESSOS PRODUTIVOS EM UMA EMPRESA DE SEMI JOIAS DE CURITIBA	
<i>Leonardo Ferreira Barth</i>	
DOI 10.22533/at.ed.9941809123	
CAPÍTULO 4	47
A APLICABILIDADE DA FERRAMENTA DE MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR: ESTUDO DE CASO EM UMA FÁBRICA DE MÓVEIS PLANEJADOS NA CIDADE DE CUIABÁ - MT	
<i>Danilo André Aguiar Barreto</i>	
<i>Fernando Guilbert Pinheiro Borges</i>	
DOI 10.22533/at.ed.9941809124	
CAPÍTULO 5	60
APLICAÇÃO DA FERRAMENTA MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR EM UMA CÉLULA DE PRODUÇÃO DE UMA EMPRESA DO RAMO PLÁSTICO	
<i>Micael Piazza</i>	
<i>Ivandro Cecconello</i>	
DOI 10.22533/at.ed.9941809125	
CAPÍTULO 6	75
ANÁLISE DO PROCESSO PRODUTIVO ATRAVÉS DO MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR: ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA DE FABRICAÇÃO DE PEÇAS DE REPOSIÇÃO EM ALUMÍNIO	
<i>Carla Luiza Costa Lima</i>	
<i>Amanda Caecilie Thon De Melo</i>	
<i>Tarek Ferraj</i>	
DOI 10.22533/at.ed.9941809126	

CAPÍTULO 7 85

ANÁLISE DOS DESPÉRDÍCIOS EXISTENTES E DO RESPECTIVO CONTROLE VIA MRP NA PRODUÇÃO DE ALIMENTOS DIRECIONADOS PARA RECÉM-NASCIDOS E LACTENTES EM AMBIENTE RESIDENCIAL

Eduardo Braga Costa Santos

Denise Dantas Muniz

DOI 10.22533/at.ed.9941809127

CAPÍTULO 8 96

PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO: UM ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA DE PRODUTOS PARA BELEZA

João Lucas Ferreira dos Santos

Jessycka Brandão Santana

Afonso José Lemos

Rony Peterson da Rocha

DOI 10.22533/at.ed.9941809128

CAPÍTULO 9 109

GESTÃO DE SERVIÇOS POR MEIO DO USO DE TÉCNICAS DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO: APLICAÇÕES NOS SETORES DE SAÚDE, CONSTRUÇÃO CIVIL E ALIMENTÍCIO

Lucas Guedes De Oliveira

Paulo Henrique da Silva Campos

André Xavier Martins

John Anthony do Amaral Oliveira

Anderson Paulo Paiva

DOI 10.22533/at.ed.9941809129

CAPÍTULO 10 126

PARAMETRIZAÇÃO DO MRP E IMPLANTAÇÃO DE TEMPO DE SEGURANÇA NO SETOR DE PROGRAMAÇÃO DE MATERIAIS EM UMA EMPRESA MULTINACIONAL DO SETOR AERONÁUTICO

Ferdinand van Run

DOI 10.22533/at.ed.99418091210

CAPÍTULO 11 137

VALUE STREAM MAPPING (VSM); COMO ENXERGAR AS PERDAS NOS PROCESSOS PRODUTIVOS PARA EFICÁCIA DA MELHORIA CONTINUA

Alexandro Gilberto da Silva

Eduardo Gonçalves Magnani

Geraldo Magela Pereira Silva

Nelson Ferreira Filho

Ricardo Antônio Pereira da Silva

DOI 10.22533/at.ed.99418091211

CAPÍTULO 12 152

ANÁLISE DA CAPACIDADE PRODUTIVA DOS EQUIPAMENTOS ATRAVÉS DO INDICADOR OEE EM UM SETOR DE SALGADINHO DE UMA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA

Carina Lemos Piton

Aline Ramos Duarte

José Alfredo Zoccoli Filho

Marcos Cesar da Silva Almeida

DOI 10.22533/at.ed.99418091212

CAPÍTULO 13	161
AUMENTO DA PRODUTIVIDADE NO SETOR DE TRATAMENTO TÉRMICO ATRAVÉS DA METODOLOGIA KAIZEN	
<i>John Anthony do Amaral Oliveira</i>	
DOI 10.22533/at.ed.99418091213	
CAPÍTULO 14	173
REDUÇÃO DO CICLO DE MONTAGEM DE SUBSISTEMAS EM UMA INDÚSTRIA AERONÁUTICA ATRAVÉS DA METODOLOGIA KAIZEN	
<i>John Anthony do Amaral Oliveira</i>	
DOI 10.22533/at.ed.99418091214	
CAPÍTULO 15	185
APLICAÇÃO DA METODOLOGIA SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE (SMED) PARA A REDUÇÃO DO TEMPO DE SETUP EM UMA INDÚSTRIA METAL MECÂNICA	
<i>Juan Pablo Silva Moreira</i>	
<i>Jaqueline Luisa Silva</i>	
<i>Janaína Aparecida Pereira</i>	
DOI 10.22533/at.ed.99418091215	
CAPÍTULO 16	200
ESTUDO PARA IMPLANTAÇÃO DO <i>LEAN MANUFACTURING</i> EM EMPRESA DE PEQUENO PORTE	
<i>Tatiana Raposo de Paiva Cury</i>	
<i>Francine Pamponet Pereira</i>	
DOI 10.22533/at.ed.99418091216	
CAPÍTULO 17	215
ABORDAGEM PRÁTICA DO <i>LEAN</i> E METODOLOGIA SEIS SIGMAS PARA REDUÇÃO DO ÍNDICE DE FALHAS FALSAS NO PROCESSO PRODUTIVO DE MONTAGEM TVS/LCD	
<i>Raimundo Nonato Alves da Silva</i>	
<i>Ghislaine Raposo Bacelar</i>	
DOI 10.22533/at.ed.99418091217	
CAPÍTULO 18	236
IMPLANTAÇÃO DA METODOLOGIA “ <i>LEAN</i> ” NOS SETORES DE SERVIÇOS GERAIS DE UMA INSTITUIÇÃO FEDERAL DE ENSINO	
<i>José Luiz da Silva Perna</i>	
<i>Fernando Toledo Ferraz</i>	
DOI 10.22533/at.ed.99418091218	
CAPÍTULO 19	249
APLICAÇÃO DA TEORIA DAS RESTRIÇÕES EM UMA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA	
<i>John Anthony do Amaral Oliveira</i>	
DOI 10.22533/at.ed.99418091219	

CAPÍTULO 20 263

APLICAÇÃO DA TEORIA DAS RESTRIÇÕES PARA A MELHORIA CONTÍNUA DE UM PROCESSO PRODUTIVO: UM ESTUDO APLICADO A UMA EMPRESA DE EXTRAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA MINERAL

Cryslaine Cinthia Carvalho Nascimento

João Victor Nunes Lopes

Paulo Ricardo Fernandes de Lima

Sonagno de Paiva Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.99418091220

CAPÍTULO 21 278

ANÁLISE DA APLICAÇÃO DA TEORIA DAS RESTRIÇÕES NA LINHA DE MANUFATURA DE UMA INDÚSTRIA DE PRODUTOS BÉLICOS

Matheus Prado

Fabrcio Alves de Almeida

Bruno Monti Nardini

José Henrique de Freitas Gomes

Thiago Prado

DOI 10.22533/at.ed.99418091221

CAPÍTULO 22 292

APLICAÇÃO DOS CINCO PASSOS DA MELHORIA CONTÍNUA DA TEORIA DAS RESTRIÇÕES (TOC): O CASO DE UMA INDÚSTRIA DE CAL

Fábio Pregararo

DOI 10.22533/at.ed.99418091222

CAPÍTULO 23 306

PROPOSTA DE UM NOVO MODELO DE ARRANJO FÍSICO PARA UMA COZINHA EXPERIMENTAL A PARTIR DO PLANEJAMENTO SISTEMÁTICO DO LAYOUT – SLP (SYSTEMATIC LAYOUT PLANNING)

Aylla Roberta Victor Ferreira da Silva

Ana Carolina do Nascimento Gomes

Elga Batista da Silva

DOI 10.22533/at.ed.99418091223

CAPÍTULO 24 318

AMAZÔNIA LEGAL E OS DESAFIOS LOGÍSTICOS: ESTUDO LONGITUDINAL DE CASO EM UMA AGROINDÚSTRIA

Rodrigo Ribeiro de Oliveira

Fernando Nascimento Zatta

Lirio Pedro Both

Jair Pereira Rosa

DOI 10.22533/at.ed.99418091224

CAPÍTULO 25 330

ATIVIDADES LOGÍSTICAS: ESTUDO DE CASO EM UMA TRANSPORTADORA LOCALIZADA NA REGIÃO CENTROOESTE DO PARANÁ

Nayara Caroline da Silva Block

Pedro Henrique Barros Negrão

Andressa Maria Corrêa

Camila Maria Uller

Tainara Rigotti de Castro

DOI 10.22533/at.ed.99418091225

CAPÍTULO 26	342
PLANEJAMENTO E CONTROLE DA MANUTENÇÃO	
<i>Renan Barbosa de Assis</i>	
<i>Josevaldo dos Santos Feitoza</i>	
<i>Bento Francisco dos Santos Júnior</i>	
DOI 10.22533/at.ed.99418091226	
CAPÍTULO 27	359
IMPLANTAÇÃO DA METODOLOGIA TPM EM MÁQUINA DE PRODUÇÃO DE PAPEL	
<i>Wagner Costa Botelho</i>	
<i>Luis Fernando Quintino</i>	
<i>Cesar Augusto Della Piazza</i>	
<i>Diego Rodrigues Xavier</i>	
<i>Rafael Dantas de Carvalho</i>	
<i>Raphael da Mota Povo</i>	
<i>Wesley Barbosa de Oliveira</i>	
<i>Alexandre Acácio de Andrade</i>	
DOI 10.22533/at.ed.99418091227	
CAPÍTULO 28	369
SIMULAÇÃO DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE UMA PIZZARIA	
<i>Isabela Fernandes de Oliveira</i>	
<i>Julia Camila Melo Magalhães</i>	
<i>Marcelo dos Santos Magalhães</i>	
DOI 10.22533/at.ed.99418091228	
CAPÍTULO 29	381
SIMULAÇÃO NUMÉRICA PARA MINIMIZAR DEFEITOS NO PROCESSO DE FUNDIÇÃO DOS METAIS	
<i>Valcir Marques de Menezes</i>	
<i>Sirnei Cesár Kach</i>	
<i>Joici Cristiani de Souza</i>	
<i>Rafael Luciano Dalcin</i>	
DOI 10.22533/at.ed.99418091229	
CAPÍTULO 30	392
O USO DO SOFTWARE DE SIMULAÇÃO ARENA PARA ANÁLISE DO PROCESSO PRODUTIVO DE UMA EMPRESA DE BLOCOS PRÉ-MOLDADOS.	
<i>Edson Tetsuo Kogachi</i>	
<i>Allan José Gonçalves Dias</i>	
<i>Henrique Leão Barbosa</i>	
<i>Luana Regina Gonçalves dos Santos</i>	
DOI 10.22533/at.ed.99418091230	
SOBRE O ORGANIZADOR	402

SIMULAÇÃO DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE UMA PIZZARIA

Isabela Fernandes de Oliveira

Universidade Federal do Rio de Janeiro
Macaé – Rio de Janeiro

Julia Camila Melo Magalhães

Universidade Federal do Rio de Janeiro
Macaé – Rio de Janeiro

Marcelo dos Santos Magalhães

Universidade Federal do Rio de Janeiro
Macaé – Rio de Janeiro

RESUMO: Na manutenção de um serviço de qualidade é preciso considerar a percepção do cliente daquilo que agrega valor ao serviço fornecido. Os clientes são cada vez mais exigentes não só quanto à qualidade do serviço fornecido, mas também em relação à rapidez do mesmo. Como consequência dessa realidade, o estudo de filas tem ganhado espaço na literatura. O estudo das filas traz uma visão geral dos processos de um sistema, identificando as oportunidades de melhoria neste. Dessa maneira, o presente artigo analisou o processo de produção de pizzas em uma pizzaria no interior do Rio de Janeiro utilizando a simulação a eventos discretos no software arena. O estudo considera o número de pedidos que são feitos dado por uma distribuição normal e os tempos utilizados em cada etapa do preparo das pizzas. Após validarmos as simulações

para a presente configuração da pizzaria, observou-se que a capacidade do forno era a causa da demora nas entregas. Dessa forma, concluiu-se que a capacidade do forno deve ser aumentada em uma unidade. Os resultados do método aplicado possibilitaram a sugestão de melhorias no processo.

PALAVRAS-CHAVE: Teoria das Filas, simulação, serviços

ABSTRACT: To maintain a quality service is essential to take into consideration the worker's motivation and the client's perception of what is valuable to them. The clients are getting more demanding not only regarding to the quality of the services, but regarding the quickness of the service as well. As a consequence of this demands, the studies of queues are increasing in the literature. The study of queues provides an overview of the processes in a system, identifying possible improvements and opportunities in it. In this sense, the present article evaluated the production process in a restaurant in the interior of the state of Rio de Janeiro through the discrete event simulation and using the arena software. The study took into consideration the number of orders being made using a normal distribution and the time spent in each step of the process. After running the present simulation of the restaurant, it was observed that the oven's capacity was the

cause of delay in deliveries. Thus, it was concluded that the oven's capacity should be expanded by one unit. The results of the analysis made possible to give improvement suggestions regarding the process.

1 | INTRODUÇÃO

O século XX foi marcado por uma expansão significativa dos serviços em diversos países. Até meados da década de 1950, a indústria de transformação era a que mais se destacava no cenário político e econômico mundial. Hoje, isto não é mais verdade, pois o setor de serviços emprega mais pessoas e gera maior parcela do PIB em muitas nações. (PETRÔNIO E LAUGENI, 2005).

Esta expansão alinhada com a globalização proporcionou aos serviços de bares e restaurantes um destaque no cenário nacional. Segundo Alves e et al. (2016) o brasileiro gasta em média 25% da renda em alimentação fora do lar. Apesar da retenção do PIB nacional em 3,8 %, no ano de 2015, este segmento de serviço faturou 143,6 bilhões de reais, 10,8 bilhões de reais a mais que no ano de 2014. Este acontecimento aumentou a busca por uma gestão eficiente dos processos produtivos dos bares e restaurantes, fazendo desta área um campo potencial para aplicação das diversas técnicas da engenharia de produção, entre elas a simulação.

Segundo Prado (2014) um sistema é dito balanceado quando está adequadamente dimensionado, ou seja, os efeitos negativos do gargalo são reduzidos a um nível tolerável. Segundo este autor os gargalos são as atividades que registram o maior número de clientes em fila e existem duas técnicas para dimensionar adequadamente um sistema: a teoria das filas e da simulação. A primeira utiliza fórmulas matemáticas e a segunda um modelo representativo do sistema em um computador digital.

Neste contexto os proprietários de bares e restaurantes do município de Rio das Ostras, localizado na baixada litorânea do Estado do Rio de Janeiro, tem um grande desafio para proporcionar um serviço de qualidade a seus clientes a um custo aceitável, pois, segundo Magalhães (2011) esta foi à cidade do Brasil que mais cresceu nos últimos anos. Este fato se torna ainda mais crítico nos finais de semana, pois, a cidade tem um grande potencial turístico que eleva significativamente a demanda por este tipo de serviço.

Tendo em vista os fatos expostos, o objetivo deste trabalho é analisar o processo de fabricação de pizzas de um estabelecimento comercial, localizado na cidade de Rio das Ostras, visando à identificação dos gargalos do processo e ao dimensionamento adequado dos recursos, através de um modelo de simulação de eventos discretos desenvolvido no *software* Arena.

Este trabalho está distribuído em seis seções, incluindo esta introdução. As seções dois e três abordam a revisão da literatura e o referencial teórico. A seção quatro é o estudo de caso e a cinco a simulação do processo de produção das pizzas. A seção seis encerra o artigo com a conclusão.

2 | REVISÃO DE LITERATURA

Nas últimas décadas, a expansão do uso de computadores pessoais, o desenvolvimento de diversos softwares de simulação a um custo acessível e a eliminação dos riscos e dos custos de atuação direta nos sistemas difundiu o uso da técnica de simulação em diversos segmentos. Segundo Bahiana et al. (2016) o número de periódicos registrados no portal Capes relacionado à palavra chave discrete event simulation (simulação a eventos discretos) vem crescendo consideravelmente, principalmente, após os anos 2000, atingindo o ápice no ano de 2010 com mais de dois mil registros de publicação. Tendo em vista estes fatos, nesta seção serão apresentadas as contribuições de alguns trabalhos que utilizaram a técnica da simulação em diferentes áreas.

Da Silva et al. (2016) utilizaram a simulação para dimensionar o atendimento de caixa rápido de um supermercado localizado na cidade de Campo Mourão no Paraná. Os autores fizeram o estudo no horário de maior movimento do comércio onde coletaram os tempos de chegada e atendimento, determinando as distribuições estatísticas que se ajustariam a estes dados. Posteriormente, realizaram a simulação computacional variando o número de caixas de dois até oito. O resultado do estudo mostrou que quatro caixas atendem de maneira eficiente as necessidades do estabelecimento e de seus clientes, proporcionando um baixo tempo de espera na fila e uma boa utilização dos recursos.

Nunes et al. (2016) utilizaram a simulação de eventos discretos, através do software Arena, para avaliar o processo de atendimento de um salão de beleza localizado na cidade de Mossoró – RN. O salão oferece serviços relativos a cabelo, unha e depilação, havendo no local duas cabeleireiras, uma manicure e uma depiladora. O uso da simulação com os dados de chegada e atendimento obtidos no período de maior procura pelo serviço e com os recursos existentes mostrou que o gargalo do processo é o serviço de unha, e que o acréscimo de mais uma manicure reduziu significativamente o tempo de espera das clientes. O aumento da capacidade dos demais recursos não impactaria no processo.

Na área da saúde o trabalho desenvolvido por Magalhães (2006) proporcionou uma contribuição significativa para melhoria do sistema de admissão de emergência de um hospital público localizado na cidade de Niterói – RJ. No trabalho, foram apresentados dois modelos de simulação: um que representava o sistema que existia e o outro proposto pelo autor que se baseava na abordagem do acolhimento com classificação de risco em três níveis. Os resultados do modelo proposto mostraram uma redução significativa no tempo de espera dos pacientes mais graves, provando que o sistema era eficiente. Nesta área, também, destacamos o trabalho de Oliveira et al. (2010) que, utilizando simulação a eventos discretos, apresentou aos gestores da BIO-MANGUINHOS a melhor forma de gerenciar os recursos relacionados à fabricação de vacinas.

Na área de serviço público, Pereira et al. (2013) mostraram, através da simulação, que mudanças simples na forma de trabalho do setor proporcionaram uma redução de 50% no tempo dos clientes no sistema. As mudanças englobavam a alteração no procedimento de distribuição de senhas e uma reorganização no turno de trabalho sem a necessidade de modificar o arranjo físico e adquirir novos funcionários.

3 | REFERENCIAL TEÓRICO

Devido à aplicabilidade e a importância do uso da simulação em diversos ambientes, nesta seção serão apresentados os principais conceitos, assim como as vantagens e desvantagens da utilização desta técnica. Também serão apresentados os principais conceitos relacionados a um elemento existente em qualquer sistema: as filas de espera. Magalhães (2006) compreende a simulação como uma imitação de uma operação ou de um processo do mundo real, independente do uso de computadores. Segundo este autor, a simulação envolve a geração de uma história artificial de um sistema para análise de suas características operacionais.

Freitas Filho (2008) define que a simulação é um processo de projetar um modelo computacional de um sistema real e conduzir experimentos com este modelo com o propósito de entender seu comportamento e ou avaliar estratégia para sua operação. Sistemas são conjuntos de entidades reunidas para atingir a um determinado propósito. Um sistema é, muitas vezes, afetado por mudanças que ocorrem fora do mesmo. Na modelagem de um sistema é necessário definir a fronteira entre o sistema e o seu ambiente. A modelagem consiste em representar um sistema através de um modelo com o propósito de estudá-lo (BANKS e CARSON, 1984). Segundo Freitas Filho (2008) as entidades são classificadas como dinâmicas ou estáticas. As dinâmicas são aquelas que se movem através do sistema e a estática são aquelas que servem outras entidades. Como exemplo de entidades dinâmicas, este autor cita as peças que se movem em uma fábrica e os clientes que chegam e saem da fila do caixa de um supermercado. Como estática, ele menciona uma máquina (no caso da fábrica) e o caixa do supermercado.

PRADO (2014) define a simulação como uma técnica de solução de problemas pela análise de um modelo que descreve o funcionamento de um sistema real através de um computador digital. Segundo este, os modernos programas de computador permitem construir modelos nos quais é possível visualizar na tela o funcionamento do sistema tal como em um filme. Com o uso desta técnica, os sistemas podem ser observados de uma posição privilegiada, onde diferentes cenários podem ser analisados sem causar interferência no sistema.

Para MIYAGI (2002) a simulação é vantajosa quando ela imita o sistema real com menor custo ou menor quantidade de recursos. Os dados de saída de uma simulação devem corresponder diretamente às saídas que se obteriam no sistema real. Tendo em vista este fato, este autor aponta que essa técnica possibilita que novas

políticas e procedimentos operacionais sejam estudados sem interferência direta no sistema, novos equipamentos e arranjos físicos sejam testados sem sua aquisição ou interferência direta na atividade e hipóteses sejam testadas para que seja verificada sua praticidade. Todavia, como desvantagens ele cita que a construção dos modelos requer um treinamento especial, os resultados da simulação podem ser difíceis de interpretar e, em alguns casos, a modelagem e análise da simulação podem consumir muito tempo e recursos.

De acordo com Prado (2014) uma das finalidades da simulação é a obtenção de um sistema balanceado. Um importante componente de um sistema são as filas, que também são definidas como sistemas. Portanto, um sistema balanceado é aquele em que os efeitos negativos das filas são reduzidos a um nível tolerável.

Um sistema de filas é constituído por clientes (pessoas, documentos e peças) que aguardam um serviço e por um conjunto de entidades fixas (servidores) que prestam atendimento aos mesmos. O diagrama abaixo apresenta os elementos básicos de um sistema de filas:

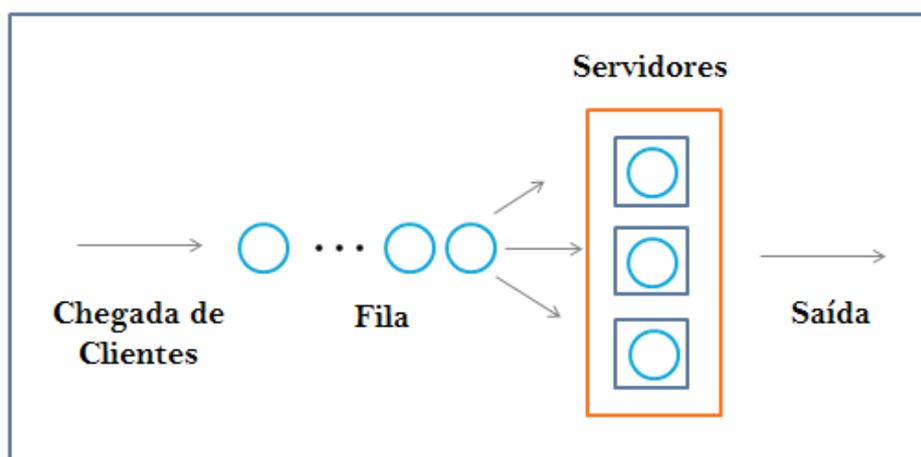


Figura 1: Elementos básicos de uma fila

De acordo com Prado (2014), os principais fatores que caracterizam um sistema de filas são clientes, tamanho da população, processo de chegada, processo de atendimento, número de servidores (m) e a disciplina da fila. Este autor também cita que as principais estatísticas extraídas destes sistemas para a tomada de decisão são o tamanho médio e máximo da fila, tempo médio e máximo da fila, tempo médio e máximo de permanência no sistema e a taxa de utilização dos recursos.

4 | ESTUDO DE CASO

A pizzaria, objeto deste estudo, é um estabelecimento comercial localizado próximo a principal rodovia da Cidade de Rio das Ostras que fica na baixada litorânea do Estado do Rio de Janeiro. Este fato proporcionou a pizzaria uma demanda considerável por seus serviços, principalmente, nos finais de semana a noite devido

ao grande fluxo de moradores e turistas no local.

A primeira etapa do estudo foi à visita ao estabelecimento, onde se observou que a produção das pizzas é dividida em duas etapas: a primeira consiste na preparação da massa e a segunda na adição dos ingredientes de cobertura e assadura as pizzas de acordo com os sabores definidos pelos clientes.

As massas de todas as pizzas são preparadas com auxílio de uma máquina em um momento único. Como o número médio de vendas por noite é em torno de dezoito pizzas, são preparadas em torno de 22 massas por noite, pois, ao contrário das coberturas, as massas não são diferenciadas. As massas que não são utilizadas em um determinado dia ficam armazenadas em um freezer para ser utilizadas em outra noite. O funcionário chega ao estabelecimento quatro horas antes do horário de funcionamento para realizar esta atividade que dura cerca de duas horas aproximadamente. Após a conclusão desta etapa, o mesmo aguarda a abertura da pizzaria para realizar a segunda etapa.

Uma vez que o estabelecimento é aberto para os clientes, se inicia a segunda parte das atribuições do cozinheiro. O processo é iniciado quando é feito o primeiro pedido. A partir deste momento, o colaborador adiciona a cobertura escolhida pelo cliente à massa e, em seguida, conduz a pizza ao forno.

Uma vez concluído o tempo necessário para que a pizza seja assada, ela é retirada do forno, fatiada e entregue ao cliente. Caso o colaborador esteja ocupado no momento em que o pedido é feito ou o forno já esteja operando em sua capacidade máxima há uma formação de fila de pedidos na atividade de adição da cobertura e assadura das pizzas.

Segundo o cozinheiro e o proprietário da pizzaria esta etapa é a mais crítica do processo de produção, pois a demanda é grande e a capacidade do forno é limitada. Tendo em vista este fato, o foco do estudo deste trabalho será na segunda etapa do processo. Esta etapa é representada no seguinte fluxograma:

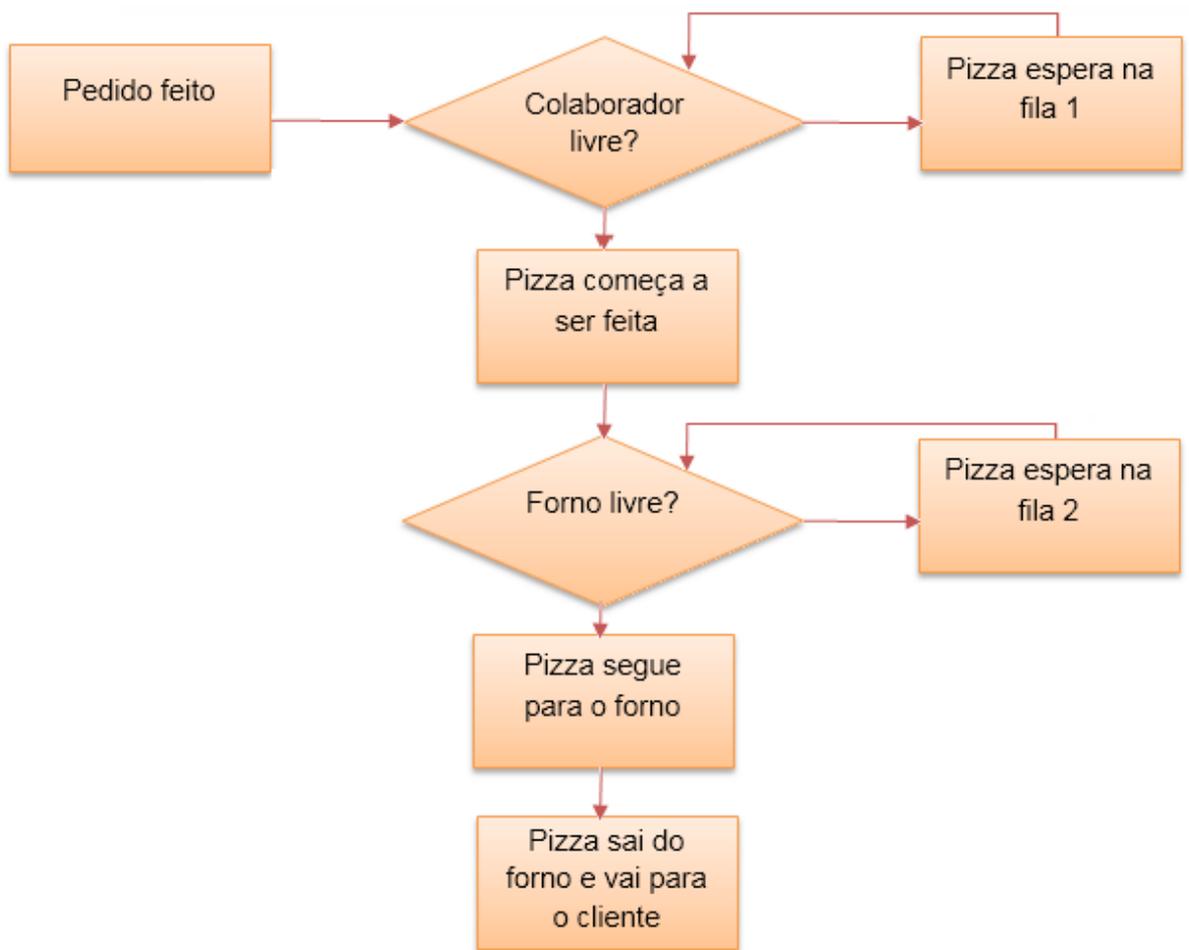


Figura 2 – Fluxograma do processo de fabricação da pizza

5 | SIMULAÇÃO DA SEGUNDA ETAPA DO PROCESSO DE PRODUÇÃO

De acordo com Chwif e Medina (2010) para que um estudo de modelagem e simulação seja bem sucedido três passos devem ser seguidos: concepção ou formulação do modelo, implementação do modelo e análise dos resultados. O modelo proposto neste artigo seguiu esta metodologia.

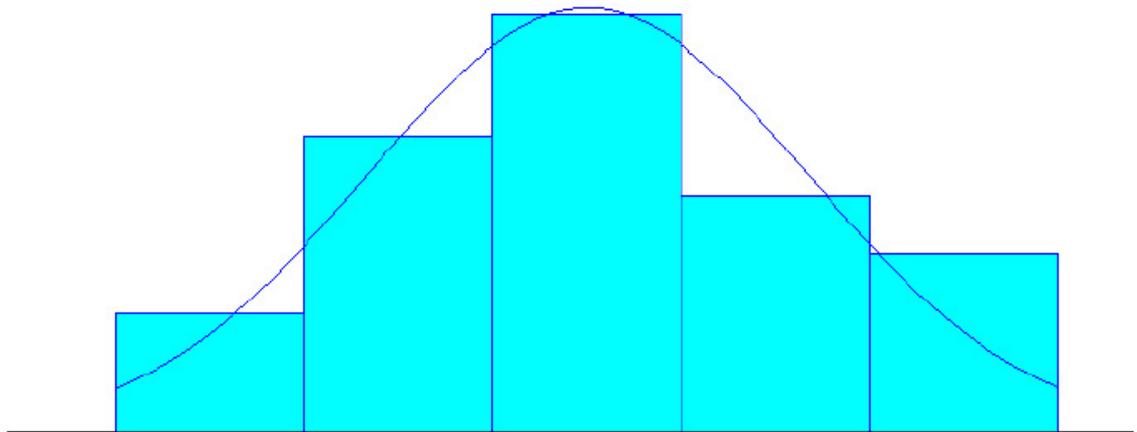
A concepção ou formulação do modelo compreende entender claramente o sistema a ser simulado, a criação de um modelo conceitual e a coleta dos dados de entrada. As duas primeiras atividades deste passo foram realizadas na seção quatro deste estudo.

A terceira atividade, coleta de dados, engloba a obtenção e o tratamento estatístico, visando à identificação da melhor distribuição de probabilidade que se ajusta aos mesmos. A coleta de dados foi realizada em um dia de grande movimento no período compreendido desde a abertura aos clientes até o término da atividade. Este período ocorreu das 18:00 às 00:00.

Os principais dados coletados foram o intervalo de tempo entre os pedidos e o tempo das atividades que constituem o processo de produção das pizzas. O primeiro grupo foi obtido através de uma cronometragem manual.

De posse dos dados obtidos na cronometragem, realizou-se o tratamento dos

mesmos através da ferramenta Input Analyzer do software Arena. Com isto, percebeu-se que estes dados se ajustam a uma distribuição normal de parâmetros ($\mu = 167$, $\sigma^2 = 71.2$) com erro quadrático de 0.005519. Os resultados deste tratamento são apresentados abaixo:



Sumário da Distribuição		Sumário dos Dados	
Distribuição:	Normal	Número de Pontos de Dados	= 21
Expressão:	NORM(167, 71.2)	Valor Min nos Dados	= 15
Erro quadrático:	0.005519	Valor Max nos Dados	= 318
Teste do Chi-Quadrado		Média da Amostra	= 167
Número de intervalos	= 3	Desvio Padrão da Amostra	= 73
Graus de liberdade	= 0		
Teste Estatístico	= 0.0298	Sumário do Histograma	
P-value correspondente	< 0.005	Intervalo do Histograma	= 15 to 318
Teste de Kolmogorov-Smirnov		Número de Intervalos	= 5
Teste Estatístico	= 0.117		
P-value correspondente	> 0.15		

Figura 3: Resultado do tratamento dos dados do tempo entre pedidos.

Fonte: *Input Analyser* do Simulador Arena

Este tratamento não foi realizado para os tempos das atividades de preparo das pizzas, pois, segundo o pizzaiolo, funcionário que produz as pizzas, não há variabilidade nestes dados. Portanto, as atividades de adicionar cobertura, assar, fatiar e os respectivos tempos de deslocamento entre as estações foram ajustados a uma distribuição constante e são apresentados na tabela abaixo:

Montagem das pizzas	5.5
Transporte ao forno	1.83
Assar as pizzas	30
Transporte para a estação de fatiar	1
Fatiar as pizzas	4.5

Tabela 1: Tempo das atividades de preparação das pizzas e dos deslocamentos entre as estações em minutos.

Fonte: Própria

O segundo passo, implementação do modelo, compreende a conversão do modelo conceitual, obtido através do fluxograma do processo, para o computacional, utilizando os módulos específicos de cada simulador. Assim, prosseguiu-se para a montagem do fluxo deste processo no software Arena. Neste modelo são utilizados os seguintes módulos do Simulador Arena: create (chegada), process (atividade), station (estação), leave (saída) e dispose (finalizar).

As entidades (pedidos) e as distribuições do tempo entre chegada dos pedidos são definidas no módulo create. Os módulos station e process são usados para definir as estações e as atividades existentes nelas. Os pedidos das pizzas passam pelas estações montagem, forno e fatiar com suas respectivas atividades. Com o término deste processo, as pizzas são entregues aos clientes.

As atividades das estações montagem e fatiar as pizzas são executados pelo pizzaiolo (recurso) e a estação forno tem sua atividade executado por um forno com capacidade para duas pizzas por vez. A simulação foi feita com uma replicação de 360 minutos, equivalente ao período de funcionamento da pizzaria. O modelo codificado no Simulador é apresentado a seguir:

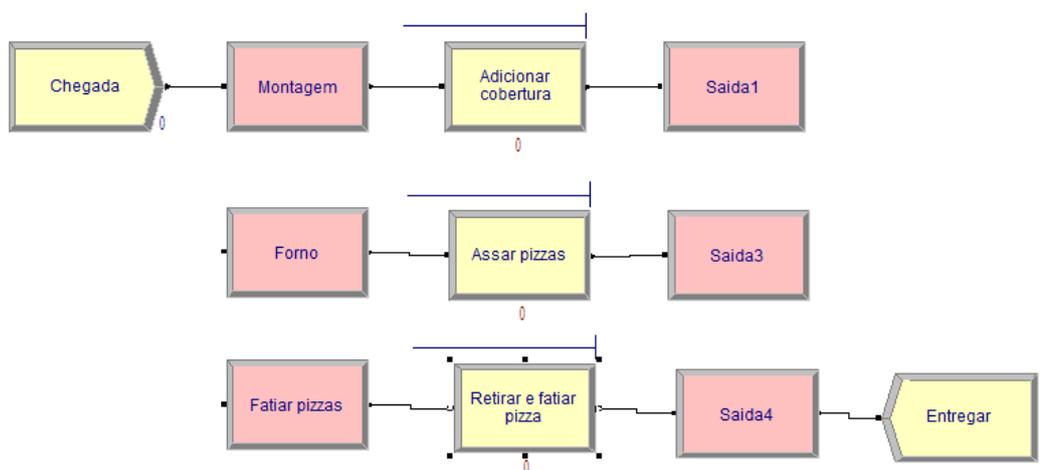


Figura 4 - Modelo do processo de fabricação das pizzas.

Fonte: Simulador Arena.

O último passo da metodologia, análise dos resultados do modelo, foi à interpretação dos relatórios gerados pelo Simulador com os parâmetros definidos anteriormente. Os resultados provenientes da simulação do software Arena são diversos. Neste artigo a análise será focada nos resultados dos tempos médios de espera e nas taxas de utilização dos recursos. Primeiramente, foi feita a simulação com as distribuições do tempo de chegada e atendimento obtidos anteriormente e com o número de recursos existente no estabelecimento, ou seja, um pizzaiolo e um forno com capacidade de duas pizzas por vez.

O resultado deste experimento mostrou que o gargalo do processo de produção das pizzas ocorre na estação Forno, pois o tempo médio de espera foi superior à

uma hora e meia (95,24 minutos). Além disso, a taxa de utilização do forno de 87,5% é considerada bastante elevada. As atividades de adicionar a cobertura e fatiar as pizzas registraram um tempo médio de espera bem menor que o gargalo (50 e 13,5 minutos) e a taxa de utilização do pizzaiolo de 55,42% indica que não há sobrecarga de trabalho deste recurso.

Uma vez identificado o gargalo, foi feita uma nova simulação mantendo as distribuições do tempo entre chegada de pedidos e atendimento dos recursos, porém com a capacidade do gargalo aumentada em uma unidade (forno com capacidade de 3 pizzas). O número do pizzaiolo foi mantido, visto que as atividades relacionadas a este recurso registraram um tempo médio de espera e taxa de utilização bem inferior ao gargalo.

Desta forma, na segunda simulação, se percebeu uma melhora significativa dos resultados referentes aos processos da estação Forno, pois o tempo médio de espera reduziu de 95,24 para 45 minutos (redução de 52,75%) e da taxa de utilização do forno de 87,5% para 58,33%. Segundo os funcionários e gestores, o elevado tempo de espera no forno se dá porque se utiliza um forno à lenha que demora mais para assar que um a gás ou elétrico. Estes resultados são exibidos nos gráficos abaixo:

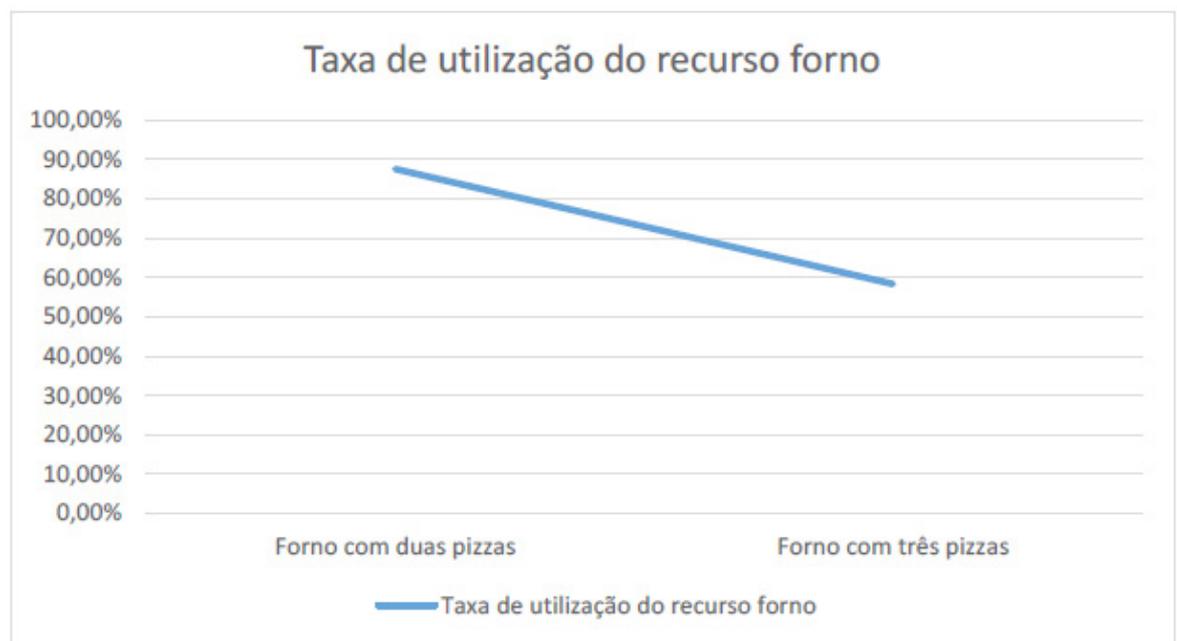


Gráfico 1 – Taxa de utilização do forno.

Fonte: Simulador Arena

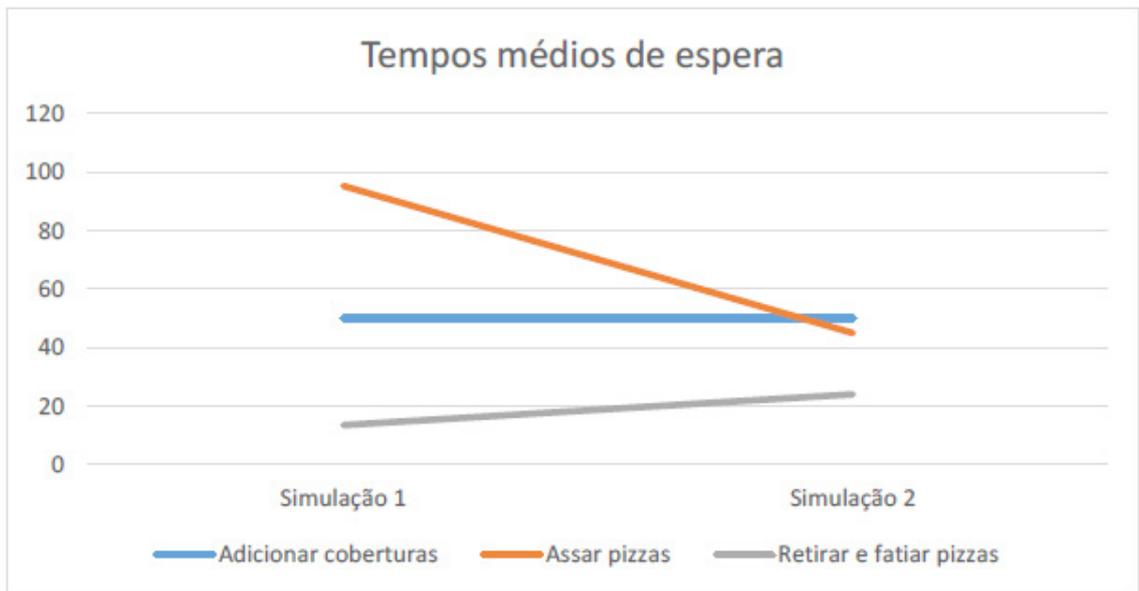


Gráfico 2 - Comparação dos tempos de espera entre as duas simulações.

Fonte: Simulador Arena

A validação do modelo conceitual e dos resultados da simulação foi feita pelos autores deste trabalho junto aos funcionários e gestores do estabelecimento, confirmando que o estudo mostrava de forma coerente à realidade da pizzaria. Além disso, o impacto na redução do tempo médio de espera do gargalo e da taxa de utilização do recurso atendeu de forma satisfatória as perspectivas dos mesmos.

6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A validação do modelo conceitual e dos resultados da simulação foi feita pelos autores deste trabalho junto aos funcionários e gestores do estabelecimento, confirmando que o estudo mostrava de forma coerente à realidade da pizzaria. Além disso, o impacto na redução do tempo médio de espera do gargalo e da taxa de utilização do recurso atendeu de forma satisfatória as perspectivas dos mesmos.

REFERÊNCIAS

ALVES, M.S; SHIMOYA, A; SHIMODA, E; LISBÔA, R.T; PALMA, L.E.R.C.M. Validação de Itens de Questionário Para Avaliação no Nível de Satisfação de uma Lanchonete, segundo a Percepção dos Clientes, em Campos dos Goytacazes, R.J. In: XXIII Simpósio de Engenharia de Produção, 2016, Bauru – SP. Anais do XXIII SIMPEP.

BAHIANA, B.S; MAGNO, B.D; GROSSI, M.C.B. D; DIAS, F.C. Análise da Capacidade de Atendimento por meio da Simulação de Eventos Discretos: Melhorando a Qualidade em Serviços. In XXIII Simpósio de Engenharia de Produção, 2016, Bauru – SP. Anais do XXIII SIMPEP.

BANKS, J; CARSON, J. Discrete – Event System Simulation. Prentice – Hall International series in Industrial and System Engineering. New Jersey. Prentice Hall, 1984.

CHWIF, L; & MEDINA, A.C. Modelagem e Simulação de Eventos Discretos – Teoria e Aplicação. 3ª

Edição. São Paulo. Editora do Autor, 2010.

DA SILVA, V.L; KOZECHEN, A.P; FERREIRA, J; DE OLIVEIRA, G.D; MORAIS, M.F. Emprego da Simulação Computacional para Análise do Sistemas de Filas nos Caixas de um Supermercado. In XXXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2016, João Pessoa – PB. Anais do XXXVI ENEGEP.

DE OLIVEIRA, M.J. F; VALENÇA, A.P; DE PAULA LIMA, L.M; KAGAMI, M.T. N; GARCIA, L.C. Simulação do Fluxo Produtos Utilizados na Manufatura de Vacinas na BIO-MANGUINHOS. In: Simpósio de Pesquisa Operacional e Logística da Marinha, 2010, Rio de Janeiro-RJ. Anais do SPOLM.

FREITAS FILHO, P.J. Introdução à Modelagem e Simulação de Sistemas com Aplicações em Arena. 2ª edição. Florianópolis – SC. Visual Books, 2008.

MAGALHÃES, M.S. Simulação do Sistema de Admissão de Emergência do Hospital Universitário Antônio Pedro. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro – RJ, 2006.

MAGALHÃES, M.S. Dimensionamento do Número de Analistas de Processos Utilizando Simulação: Um

SOBRE O ORGANIZADOR

MARCOS WILLIAM KASPCHAK MACHADO Professor na Unopar de Ponta Grossa (Paraná). Graduado em Administração- Habilitação Comércio Exterior pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. Especializado em Gestão industrial na linha de pesquisa em Produção e Manutenção. Doutorando e Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, com linha de pesquisa em Redes de Empresas e Engenharia Organizacional. Possui experiência na área de Administração de Projetos e análise de custos em empresas da região de Ponta Grossa (Paraná). Fundador e consultor da MWM Soluções 3D, especializado na elaboração de estudos de viabilidade de projetos e inovação.

Agência Brasileira do ISBN

ISBN 978-85-85107-99-4



9 788585 107994