

A close-up photograph of a white industrial robotic arm with a blue cable, positioned over a workbench. On the workbench, there is a red cylindrical object. The background is a bright, slightly blurred industrial setting.

**JAQUELINE FONSECA RODRIGUES
(ORGANIZADORA)**

**ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO: VETOR
DE TRANSFORMAÇÃO
DO BRASIL**

Atena
Editora

Ano 2019

Jaqueline Fonseca Rodrigues

(Organizadora)

Engenharia de Produção: Vetor de Transformação do Brasil

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Karine de Lima
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

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
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof^a Dr^a Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof^a Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof.^a Dr.^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
E57	Engenharia de produção [recurso eletrônico] : vetor de transformação do Brasil / Organizadora Jaqueline Fonseca Rodrigues. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader. Modo de acesso: World Wide Web. Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-611-9 DOI 10.22533/at.ed.119190409 1. Engenharia de produção – Pesquisa – Brasil. 2. Gestão de qualidade. I. Rodrigues, Jaqueline Fonseca. CDD 658.5
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

Antes de efetuar a apresentação do volume em questão, deve-se considerar que a **Engenharia de Produção** se dedica à concepção, melhoria e implementação de sistemas que envolvem pessoas, materiais, informações, equipamentos, energia e maiores conhecimentos e habilidades dentro de uma linha de produção.

O primeiro volume, com 18 capítulos, é constituído com estudos contemporâneos relacionados aos processos de **Engenharia de Produção**, além das áreas de **Eficiência Energética**; **Sistema de Gestão da Qualidade**; **Gestão de Projetos**; **Ergonomia** e tomada de decisão através de pesquisa operacional.

Tanto a Engenharia de Produção, como as pesquisas correlatas mostram a evolução das ferramentas aplicadas no contexto acadêmico e empresarial. Algumas delas, provenientes de estudos científicos, baseiam os processos de tomadas de decisão e gestão estratégica dos recursos utilizados na produção.

Além disso, os estudos científicos sobre o desenvolvimento acadêmico em **Engenharia de Produção** mostram novos direcionamentos para os estudantes, quanto à sua formação e inserção no mercado de trabalho.

Diante dos contextos apresentados, o objetivo deste livro é a condensação de extraordinários estudos envolvendo a sociedade e o setor produtivo de forma conjunta através de ferramentas que transformam a **Engenharia de Produção**, o **Vetor de Transformação do Brasil**.

A seleção efetuada inclui as mais diversas regiões do país e aborda tanto questões de regionalidade quanto fatores de desigualdade promovidas pelo setor produtivo.

Deve-se destacar que os locais escolhidos para as pesquisas apresentadas, são os mais abrangentes, o que promove um olhar diferenciado na ótica da Transformação brasileira relacionada à Engenharia de Produção, ampliando os conhecimentos acerca dos temas abordados.

Finalmente, esta coletânea visa colaborar ilimitadamente com os estudos empresariais, sociais e científicos, referentes ao já destacado acima.

Não resta dúvidas que o leitor terá em mãos extraordinários referenciais para pesquisas, estudos e identificação de cenários produtivos através de autores de renome na área científica, que podem contribuir com o tema.

Aos autores dos capítulos, ficam registrados os **Agradecimentos da Organizadora** 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!!!!

Jaqueline Fonseca Rodrigues

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
A QUALIDADE NA PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS EM UMA COOPERATIVA DE CRÉDITO E A OTIMIZAÇÃO DE SUA MENSURAÇÃO	
Murilo Sagrillo Pereira Wagner Pietrobelli Bueno Leoni Pentiado Godoy Adriano Mendonça Souza Mateus Freitas Ferreira Taís Pentiado Godoy	
DOI 10.22533/at.ed.1191904091	
CAPÍTULO 2	18
APLICAÇÃO DA TEORIA DAS FILAS NO ESTUDO COMPARATIVO ENTRE DIFERENTES CONFIGURAÇÕES DE ATENDIMENTO AOS USUÁRIOS DO SERVIÇO DE LAVA-CAR EM UM POSTO DE COMBUSTÍVEIS	
Jairine Polyana Gaioski Andreza Rodrigues Costa Eloise Gonçalves Shih Yung Chin	
DOI 10.22533/at.ed.1191904092	
CAPÍTULO 3	50
ANÁLISE SIMPLIFICADA SOBRE A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA ROTOMOLDAGEM, BASEADA NA ISO 50.001	
Silvio Cesar Ferreira da Rosa André Luiz Emmel Silva Jorge André Ribas Moraes Ítalo Rosa Policena Cassio Denis de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.1191904093	
CAPÍTULO 4	63
APLICAÇÃO DA FERRAMENTA CAPDO PARA REDUÇÃO DE PERDAS DE EMBALAGENS EM UMA FÁBRICA DE BEBIDA	
Daécio Lima Batista Gilson Freire Silva	
DOI 10.22533/at.ed.1191904094	
CAPÍTULO 5	71
APLICAÇÃO DA TEORIA DAS FILAS PARA ANÁLISE DA CAPACIDADE DE UM ESTACIONAMENTO DE UNIVERSIDADE PÚBLICA	
Shih Yung Chin Gabriel Santos Munhoz Nathália de Paiva Cristo Leite Araújo Nathana Caroline Donini Cezario	
DOI 10.22533/at.ed.1191904095	

CAPÍTULO 6	84
APLICAÇÃO DO <i>TRAVELLING SALESMAN PROBLEM</i> NA ROTEIRIZAÇÃO DAS VIATURAS DA MARINHA DO BRASIL: UMA ABORDAGEM DA TEORIA DOS GRAFOS	
Luiz Rodrigues Junior Marcos dos Santos Marcone Freitas dos Reis	
DOI 10.22533/at.ed.1191904096	
CAPÍTULO 7	94
ARIMA NA PREVISÃO DO PREÇO DO AÇO NO RIO GRANDE DO SUL	
Patricia Cristiane da Cunha Xavier Leonam Vieira Hemann Adriano Mendonça Souza	
DOI 10.22533/at.ed.1191904097	
CAPÍTULO 8	106
AUTOAVALIAÇÃO DAS PRÁTICAS DE GESTÃO DA QUALIDADE: ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA DE FABRICAÇÃO DE PLÁSTICOS	
Edimary Santana Cabral Carvalho Bento Francisco dos Santos Júnior Eduardo Ubirajara Rodrigues Batista Thuany Reis Sales Alcides Anastácio Araújo Filho Antonio Vieira Matos Neto	
DOI 10.22533/at.ed.1191904098	
CAPÍTULO 9	119
AVALIAÇÃO DO GRAU DE MATURIDADE EM GERENCIAMENTO DE PROJETOS NO SETOR DE PLANEJAMENTO DA EMPRESA MF TECNOLOGIA PREDIAL	
Antonio Vieira Matos Neto Bento Francisco dos Santos Júnior Alcides Anastácio Araújo Filho Adriele Santos Souza Fabiane Santos Serpa	
DOI 10.22533/at.ed.1191904099	
CAPÍTULO 10	133
SIMULACIÓN DE LOS MODOS DE FRECUENCIAS FUNDAMENTALES EN UN MODELO SECCIONAL REDUCIDO DE TABLERO PUENTE PARA ENSAYOS EN TÚNEL DE VIENTO	
Jorge Omar Marighetti Beatriz Angela Iturri Maximiliano Gomez	
DOI 10.22533/at.ed.11919040910	

CAPÍTULO 11 147

LEVANTAMENTO E ANÁLISE DAS DESPESAS E CUSTOS: ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA DO SETOR DE VENDAS

Iraiane Pimentel dos Reis Passos
Bento Francisco dos Santos Júnior
Adriele Santos Souza
Alcides Anastácio Araújo Filho
Antonio Vieira Matos Neto

DOI 10.22533/at.ed.11919040911

CAPÍTULO 12 160

LEVANTAMENTO MANUAL DE CARGAS E CRITÉRIOS ERGONÔMICOS NA PALETIZAÇÃO DE GARRAFAS DE ÁGUA

Amanda Ebert Bobsin
Natália Eloísa Sander
Vitória Pereira Pinto
Fernando Gonçalves Amaral

DOI 10.22533/at.ed.11919040912

CAPÍTULO 13 173

O USO DO GEOGEBRA NO CURSO DA ENGENHARIA: UM ESTUDO DE CASO FEITO COM ALUNOS DO 1º PERÍODO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Jonas da Conceição Ricardo
Ricardo Marinho dos Santos
Leonardo de Araújo Casanova
Marcus Vinicius Silva de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.11919040913

CAPÍTULO 14 183

O USO SIMULAÇÃO PARA A TOMADA DE DECISÃO EM AMBIENTES DE ATENDIMENTO AOS USUÁRIOS DE INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR

Leonard Barreto Moreira
Fábio Freitas da Silva
Andressa da Silva Duarte Silva
João Lucas Olímpio da Silva
Annabell Del Real Tamariz
Aílton da Silva Ferreira

DOI 10.22533/at.ed.11919040914

CAPÍTULO 15 194

ORGANIZAÇÃO METROLÓGICA DA QUALIDADE: ESTUDO DE CASO NUMA EMPRESA DO RAMO AUTOMOTIVO

Júlia Ferreira Dantas
Bento Francisco dos Santos Júnior
Cariosvaldo Alves

DOI 10.22533/at.ed.11919040915

CAPÍTULO 16	208
RELAÇÃO DOS GASTOS DO GOVERNO EM ASSISTÊNCIA SOCIAL COM AS VARIÁVEIS MACROECONÔMICAS BRASILEIRAS PELA ANÁLISE FATORIAL	
Viviane de Senna Adriano Mendonça Souza	
DOI 10.22533/at.ed.11919040916	
CAPÍTULO 17	222
UMA VISÃO TÉCNICA SOBRE A MAIOR COZINHA <i>FAST FOOD</i> DO MUNDO: MCDONALD'S	
Dayse Mendes Douglas Soares Agostinho Élcio Nascimento da Silva Jéssika Alvares Coppi Arruda Gayer Julio César Shoenemann Varella Maisa Rodrigues Pereira Murilo Henrique de Lima Gouvea Paulo Sérgio Campos Renan Weiber de Souza	
DOI 10.22533/at.ed.11919040917	
CAPÍTULO 18	238
UTILIZAÇÃO DO <i>SOFTWARE NCSS (NUMBER CRUNCHER STATISTICAL SYSTEM)</i> NA VERIFICAÇÃO DE TENDÊNCIAS DA ECONOMIA BRASILEIRA	
Elpidio Oscar Benitez Nara José Carlos Kasburg João Victor Kothe João Carlos Furtado Jacques Nelson Corleta Schreiber Leonel Pablo Tedesco Jones Luís Schaefer Ismael Cristofer Baierle	
DOI 10.22533/at.ed.11919040918	
CAPÍTULO 19	254
AVALIAÇÃO DOS RELATÓRIOS DE NÃO CONFORMIDADES DE UM ABATEDOURO DE AVES UTILIZANDO O CICLO PDCA	
Mario Fernando de Mello Cristina Pasqualli Eudes Vinicius dos Santos Marcos Morgental Falkembach	
DOI 10.22533/at.ed.11919040919	
SOBRE A ORGANIZADORA	266
ÍNDICE REMISSIVO	267

O USO SIMULAÇÃO PARA A TOMADA DE DECISÃO EM AMBIENTES DE ATENDIMENTO AOS USUÁRIOS DE INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR

Leonard Barreto Moreira

Universidade Federal Fluminense – Instituto de Ciências da Sociedade de Macaé, Departamento de Administração (UFF-ICM)

Macaé – Rio de Janeiro

Universidade Estadual do Norte Fluminense – Centro de Ciências Humanas, Programa de Pós-graduação em Cognição e Linguagem (UENF / CCH / PGCL)

Campos dos Goytacazes – Rio de Janeiro

Fábio Freitas da Silva

Universidade Cândido Mendes

Campos dos Goytacazes – Rio de Janeiro

Andressa da Silva Duarte Silva

Universidade Estácio de Sá

Campos dos Goytacazes – Rio de Janeiro

João Lucas Olímpio da Silva

Universidade Estácio de Sá

Campos dos Goytacazes – Rio de Janeiro

Annabell Del Real Tamariz

Universidade Estadual do Norte Fluminense – Centro de Ciência e Tecnologia, Laboratório de Ciências Matemáticas (UENF / CCT / LCMAT).

Campos dos Goytacazes – Rio de Janeiro

Aílton da Silva Ferreira

Universidade Federal Fluminense – Instituto de Ciências da Sociedade de Macaé, Departamento de Administração (UFF-ICM).

Macaé – Rio de Janeiro

RESUMO: O processo de tomada de decisão em ambientes sob incerteza e competição são inerentemente desafiadores e de elevada dificuldade de previsão de eventos futuros. Particularmente quanto tais eventos assumem um comportamento aleatório, buscam-se metodologias e técnicas que simulem o comportamento real do sistema investigado que, com apoio de modelos estatísticos, permitam os gestores a enfrentarem os problemas das empresas no nosso cotidiano. Neste sentido, a presente pesquisa tem por objetivo avaliar o desempenho do funcionamento de uma central de atendimento de usuários de uma Instituição de Ensino Superior (IES) no município de Campos dos Goytacazes/RJ. Para isso, foi utilizado simulação de eventos discretos, cujo os dados utilizados para a análise foram obtidos de registros eletrônicos e observações in loco, de maneira a coletar informações referentes ao comportamento do sistema. O delineamento experimental utilizado foi o fatorial completo composto por dois fatores, Demanda e Recurso. Os resultados obtidos a partir da análise estatística do projeto experimental, por meio da ANOVA, indicaram que o tempo de espera na fila foi influenciado por uma determinada combinação de Demanda e Recurso.

PALAVRAS-CHAVE: Sistemas de atendimento; Teoria da Filas, Simulação e Eventos Discretos;

THE USE OF SIMULATION FOR THE DECISION-MAKING IN ENVIRONMENTS OF ATTENDANCE TO THE USERS OF HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS

ABSTRACT: The decision-making process in environments under uncertainty and competition are inherently challenging and difficult to predict future events. Particularly when such events assume a random behavior, we seek methodologies and techniques that simulate the real behavior of the investigated system that, with the support of statistical models, allow the managers to face the problems of the companies in our daily life. In this sense, the present research has the objective of evaluating the performance of a service center of users of a Higher Education Institution (HEI) in the municipality of Campos dos Goytacazes / RJ. For that, we used discrete event simulation, whose data used for the analysis were obtained from electronic records and observations in loco, in order to collect information regarding the behavior of the system. The experimental design used was the complete factorial composed of two factors, Demand and Resource. The results obtained from the statistical analysis of the experimental design, through ANOVA, indicated that the waiting time in the queue was influenced by a certain combination of Demand and Resource.

KEYWORDS: Service systems; Theory of Queues, Simulation and Discrete Events;

1 | INTRODUÇÃO

Diversos serviços presentes no nosso cotidiano envolvem, direta ou indiretamente, a espera em uma fila. Dentre as atividades que envolvem diretamente as pessoas, pode-se citar os serviços de atendimento de hospitais, bancos, supermercados, dentre outros. Contudo, a questão de espera não é uma exclusividade das pessoas: nas indústrias, produtos esperam para serem processados em linhas de montagem, aviões podem estar esperando para decolar, navios aguardam vagas para atracar nos portos.

Sabe-se que a satisfação dos clientes está intimamente relacionada com a qualidade dos serviços ofertados e a expectativa dos usuários em relação aos serviços. Estudos indicam que tais aspectos impactam no nível de satisfação do cliente, acarretando uma maior retenção e fidelização dos usuários do sistema (TAHA, 2016). Estes, por sua vez, são alguns dos indicadores responsáveis por assegurar/aumentar receitas ao longo do tempo, minimizar os custos marginais associados com a prestação de serviço além da possibilidade de oferta de serviços com valores competitivos (PRADO, 2015).

Um dos grandes desafios em sistemas de fila é o dimensionamento ideal de um dado sistema de maneira que os interesses dos clientes e dos gestores possam ser atendidos da melhor forma. Geralmente, a oferta de serviço com qualidade compreende na correta identificação das expectativas e necessidades dos clientes, dimensionamento e disposição dos recursos do sistema sob estudo em função da demanda dos clientes (TAHA, 2016). Como consequência, espera-se que tais modelos diminuam o tempo de espera dos clientes e que mantenham um serviço

economicamente adequado para usuários e gestores.

Particularmente no âmbito da educação, os processos de atendimento a usuários em Instituições de Ensino Superior (IES) geralmente envolvem a formação de filas. Os serviços ofertados aos discentes e prováveis ingressantes incluem em renovação de matrícula, renegociação de parcelas, transferência externa, dentre outros, usualmente mais requeridos no início de cada semestre letivo. Analisando-se a ampliação do acesso ao ensino superior nas últimas décadas no Brasil (VIEIRA; DA SILVA; VIEIRA, 2017), seguida de aumentos significativos de ingressantes nas IES, tais aspectos impõem uma série de desafios para a gestão destas instituições, muito dos quais relacionados à capacidade e a demanda em serviços de atendimento ao usuário (TAHA, 2016). Dada sua natureza aleatória, é de suma importância para a tomada de decisão o uso de métodos quantitativos, dentre os quais destaca-se a técnica simulação de sistemas.

Shannon (1998) define simulação como 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 estratégias para sua operação. Os modelos de simulação são caracterizados em função de sua aplicabilidade, desde problemas para representar fenômenos físicos ou matemáticos ou aqueles relacionados com mudanças de estado durante um certo período de tempo. Em relação a este último tópico, são utilizadas técnicas de simulação contínua e/ou a de eventos discreto, na modelagem de sistemas cujo estado varia, contínua ou discretamente, no tempo, respectivamente (CHWIF; MEDINA, 2014; HILLIER; LIEBERMAN, 2013).

Neste cenário, a presente pesquisa consiste na aplicação de conhecimentos do campo da Pesquisa Operacional, mais especificamente da subárea de simulação de eventos discretos, na área de serviços de suporte ao usuário e tem por objetivo principal a obtenção do melhor esquema de atendimento no setor de atendimento da IES sediada no município de Campos dos Goytacazes.

2 | CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

A pesquisa foi realizada na secretaria de uma IES no município de Campos dos Goytacazes/RJ. Atualmente, são oferecidos na unidade 15 cursos de graduação na modalidade presencial e à distância, atendendo um universo de, aproximadamente, 1500 alunos.

A secretaria realiza atendimentos aos discentes em diversos assuntos, que podem ser resumidos em cinco grandes categorias:

- Acadêmico (monografia/tcc/colação/diploma/enade);
- Estágio;
- Matrícula/transferência;
- Financeiro (financeiro/financiamento/bolsas);

- Serviços diversos (entrega e retirada de documento/nome social).

Todos os atendimentos são realizados no mesmo espaço físico (Figura 1), não havendo, portanto, diferenciação em função do tipo de serviço.

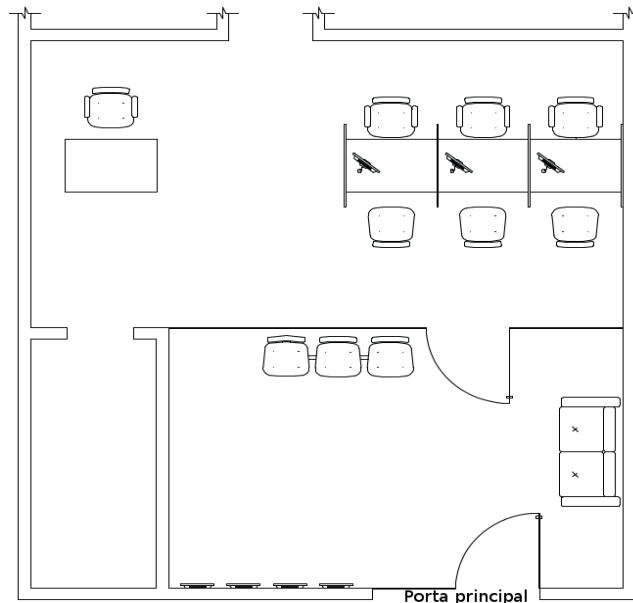


Figura 1 - Layout do local da aplicação da pesquisa

O setor possui um corpo funcional de ordem flutuante, que na maior parte do tempo é composto por 3 funcionários atuando simultaneamente. Dependendo do horário e período do ano, este quantitativo é reduzido para 2 funcionários. O horário de atendimento da secretaria é de 11h às 21h.

O processo funciona através de um serviço de atendimentos agendados, disponibilizado para os alunos por meio da plataforma digital da instituição. São disponibilizadas no sistema 3 vagas a cada 15 minutos, ou seja, são oferecidas um total de 120 vagas por dia. É importante ressaltar que a secretaria realiza também atendimentos avulsos, ou seja, aqueles que não são agendados através da plataforma. A Figura 2 ilustra o fluxo do processo:

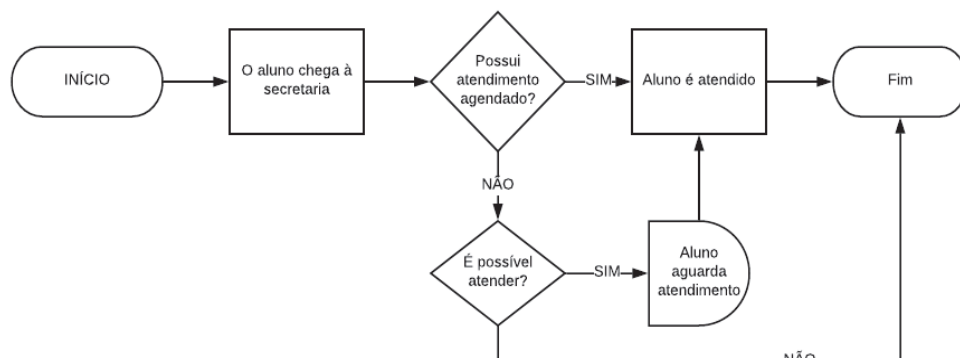


Figura 2 - Processo de atendimento aos discentes na secretaria

3 | MATERIAIS E MÉTODOS

Em um primeiro momento os dados foram analisados por meio da estatística descritiva e inferencial. Na segunda etapa foi elaborado um modelo de simulação discreta seguindo a metodologia proposta por (BANKS; NELSON; NICOL, 2010).

Os dados utilizados foram obtidos de registros contidos em planilhas eletrônicas além de observações in loco, de maneira a coletar informações referentes à taxa de chegadas de usuários no serviço, o tempo de atendimento e o tempo total no sistema.

Antes de inferir a distribuição estatística dos dados foi verificada a interdependência dos mesmos e possíveis *outlier*, assim como recomendado em Chwif e Medina (2014). Para o tratamento dos dados foi utilizado o software livre R e a modelagem e simulação o Arena © da Rockwel Automation, versão estudante.

3.1 Tratamento dos dados

Os dados foram coletados em 3 dias de maior pico. Foram removidos os *outliers* e verificado a independência dos mesmos. A Figura 3 mostra o *box plot* dos dados para os 3 dias, tanto para o tempo de chegadas quanto para o tempo de serviço. Foi possível observar alguns *outliers*: em relação ao TC foram removidos todos, enquanto no TS foram mantidos aqueles que apareciam com certa frequência. Chwif e Medina (2014) alertam sobre a questão da remoção dos pontos extremos, os mesmos podem fazer parte da característica do sistema.

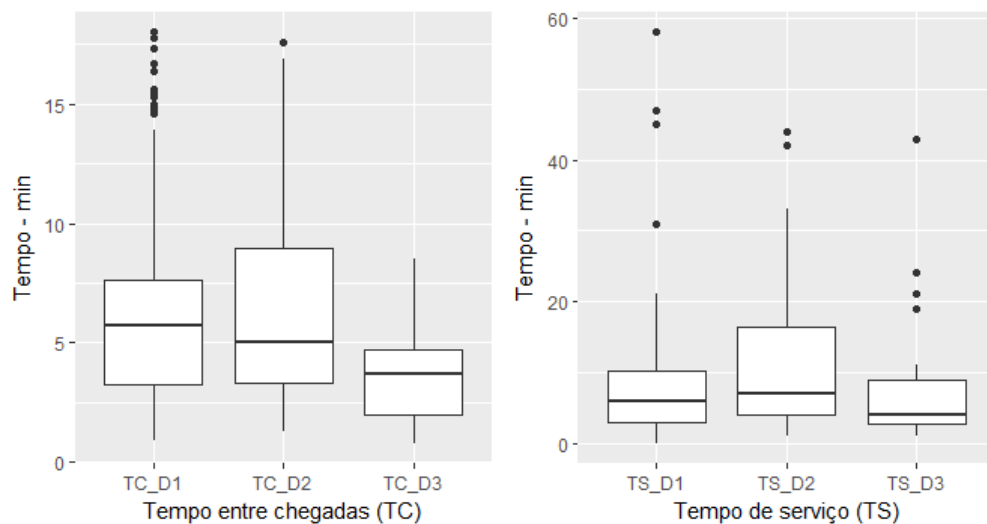


Figura 3 - Gráfico box plot dos dados coletados

Após a remoção dos valores extremos, foi construído um gráfico de dispersão e calculado a correlação das observações (Figura 4) para verificar se as observações são independentes. De forma geral, pode-se verificar que os dados não apresentaram tendência, sendo distribuídos de forma aleatória, exceto pelo tempo de serviço do dia 2 (TS_D2) que apresentou coeficiente de correlação de Person 0,543 e p-valor=0,000. Logo, os tempos de serviço coletados no dia 2 foram removidos da modelagem dos

dados para simulação.

Em seguida, foram comparados os dias em que os dados foram coletados, no intuito de verificar se não havia diferença significativa entre suas variações. O método de análise utilizado foi ANOVA (STHLE; WOLD, 1989). Antes desse procedimento foram verificados os pressupostos de homogeneidade de variâncias e normalidade dos resíduos.

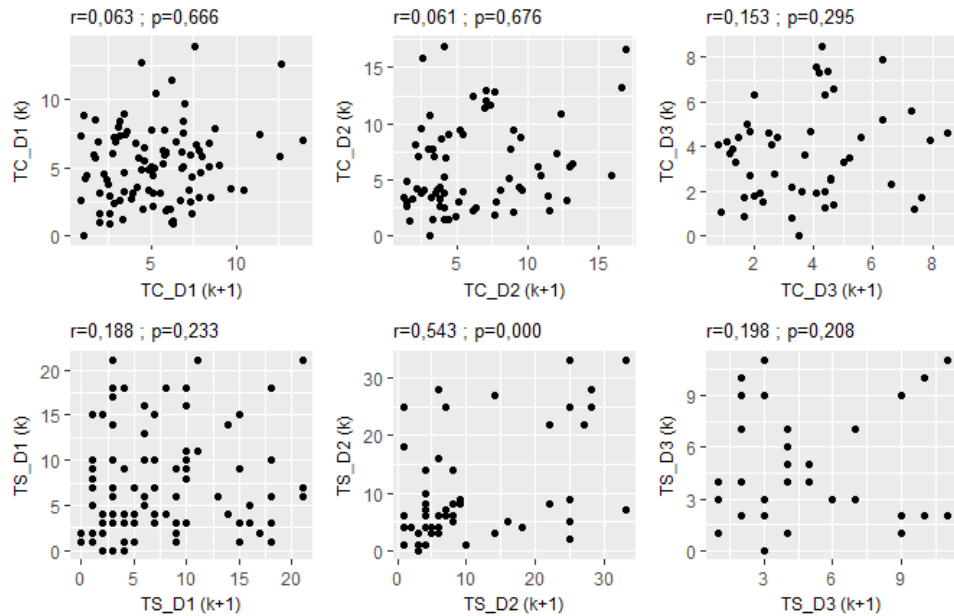


Figura 4 - Gráfico de dispersão para as observações

Por meio da ANOVA foi possível identificar ($\alpha=0,05$) que existe diferença significativa entre os dias em que os dados foram coletados tanto para o TC quanto para o TS. Posteriormente foi usado o teste de média Tukey (TUKEY, 1949) para identificar os dias que apresentaram diferença significativa. Conforme pode ser visto na Figura 5, médias que apresentarem a mesma letra não diferem estatisticamente entre si a 5% de significância.

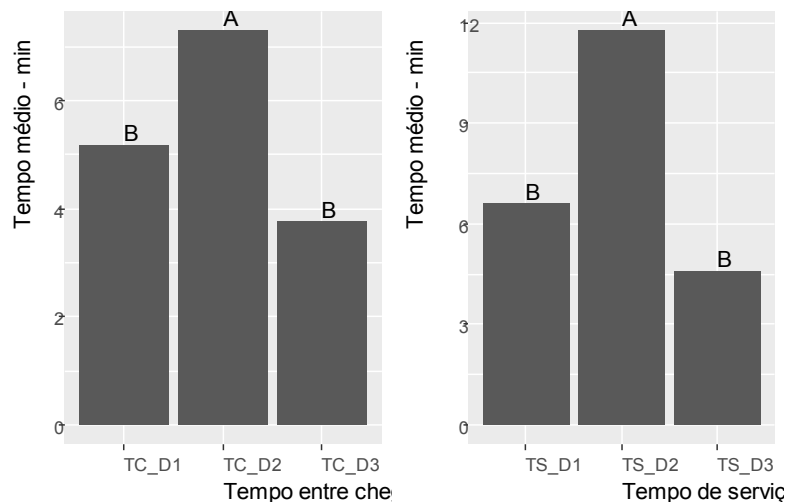


Figura 5 - Teste de Tukey - médias seguidas com a mesma letra não diferem entre si.

Os dados coletados dos dias que não apresentaram diferença significativa foram agrupados para inferência da distribuição estatística.

3.2 Modelagem dos dados

A inferência da distribuição estatística foi realizada com a ferramenta *InputAnalyzer* do software Arena. A Tabela 1 mostra as distribuições que melhor representam os dados segundo o teste Qui-Quadrado. Todas elas tiveram um valor de $p\text{-value} > 0,05$, portanto aceita-se a hipótese de nulidade H_0 : o modelo é adequado para representar a distribuição da população.

Evento	Distribuição	Expres.	p-valor ($\alpha=5\%$)
TC	Weibull	WEIB(5.05, 1.95)	0,170
TS	Lognormal	0.5 + LOGN(7.88, 11.6)	0,132

Tabela 1 - Distribuição estatística dos dados

A Figura 6 mostra o histograma dos dados analisados, a parte superior representa os tempos de chegada, enquanto a inferior os tempos de serviço. É importante ressaltar que houve um corte nos dados TS para ajuste do histograma, pois o mesmo apresentou espaços com descontinuidade.

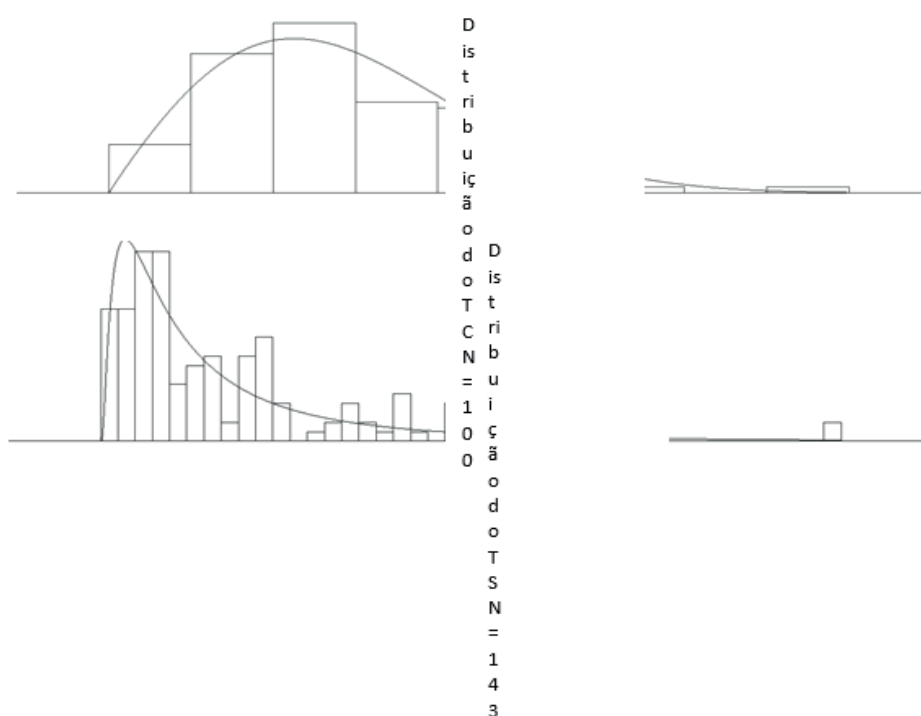


Figura 6 - Histograma e curva ajustada dos dados de entrada

Fonte: Arena©.

3.3 Modelagem e Simulação

O modelo de simulação do sistema de atendimento é representado na Figura 7, e consistem basicamente de um processo de chegada e atendimento e a subsequente saída do sistema.



Figura 7 - Modelo de simulação do Arena

3.4 Parâmetros de rodada

O tamanho da simulação foi de 9 horas, horário de funcionamento do estabelecimento. Para definição do número de replicação foi aplicado o método iterativo, com uma precisão desejada menor que 5% em relação a variável de controle *número de clientes atendidos* (CHWIF; MEDINA, 2014; FREITAS FILHO, 2008). O teste piloto foi arbitrado em 30 replicações e retornou: uma média de $x=111,87$ e um semi-intervalo $h=3,91$, como a precisão desejada foi de $h \leq 5,59$, logo o número de replicações foi suficiente.

3.5 Verificação e validação

A técnica de verificação foi a *trace* que segundo Sargent (2013), consiste em acompanhar o comportamento de uma determinada entidade para verificar se a lógica e a precisão do modelo estão corretas.

As técnicas estatísticas são aplicadas com o objetivo de verificar se os resultados dos modelos computacionais estão de acordo com os obtidos no sistema real (CHWIF; MEDINA, 2014). Desta maneira, para validar o modelo foi utilizado o procedimento estatístico Teste t de Student, no qual os dados gerados pela simulação foram comparados com os reais. Segundo o teste t, a 5% de significância, a média ($n=140$) do TS do sistema real não difere estatisticamente da média do TS ($n=140$) obtida no sistema simulado.

4 | RESULTADOS E ANÁLISE

O delineamento experimental utilizado foi o fatorial completo (MONTGOMERY, 2012), o mesmo foi composto por dois fatores, Demanda e Recurso, respectivamente com 2 e 3 níveis, a Tabela 2 mostra o arranjo experimental. O Fator Demanda representa a chegada dos clientes (TC), o primeiro nível foi padrão (1), o segundo nível foi acrescido de 30% (2); enquanto o fator Recurso significa à quantidade de funcionários, respectivamente 2, 3 e 4 atendentes para cada nível. A variável estudada

foi o tempo na fila, para cada experimento foi gerado 5 repetições cada uma com 10 elementos amostrais, sendo um total de 50 amostras por experimento.

Demanda	Recurso		
	2 atendentes	3 atendentes	4 atendentes
TC (+0,0%) 1	18,52 ± 3,26	2,07 ± 0,26	0,29 ± 0,22
TC (+30%) 2	69,61 ± 12,57	14,75 ± 2,76	1,87 ± 0,7

Tabela 2 - Projeto experimental, cinco repetições para cada experimento.

A Tabela 3 mostra o resumo da ANOVA do projeto fatorial, antes de executar a análise foram verificados a homocedasticidade das variâncias e normalidade dos resíduos, o que levou a transformação Box-Cox dos dados pois os mesmos não atendiam o pressuposto de normalidade dos resíduos. Nota-se que ambos os fatores foram significativos (95% confiabilidade), bem como, a sua interação. Portanto, como houve interação entre os fatores, o tempo de espera na fila foi influenciado por uma determinada combinação dos níveis dos fatores, Demanda e Recurso. O teste Tukey mostrou quais cenários diferem entre si a uma confiabilidade de 95 %, médias com a mesma letra não apresentam diferença significativa (Figura 8).

Fator	GL	SQ	QM	F-valor	P-valor
Demanda	1	3,8441	3,84411	311,54	0,000
Recurso	2	13,5617	6,78085	549,55	0,000
Demanda*Recurso	2	0,2258	0,11292	9,15	0,001
Error	24	0,2961	0,01234		
Total	29	17,9278			

Tabela 3 - Resumo da ANOVA do experimento fatorial.

Legenda: GL= Grau de Liberdade; SQ = somatório dos quadrados; QM = Quadrado Médio.

Ao observar a Figura 8, verifica-se que os cenários (2 4 e 1 3) não diferem estatisticamente, isso significa que independente do nível da demanda o desempenho do sistema é o mesmo para 4 ou 3 funcionários. Os cenários (2 3 e 1 2) também não apresentaram diferença significativa, ou seja, independente da demanda o tempo de espera na fila não muda quando utilizados 3 ou 2 atendentes. Por outro lado, os outros cenários apresentaram evidências significativas no tempo na fila.

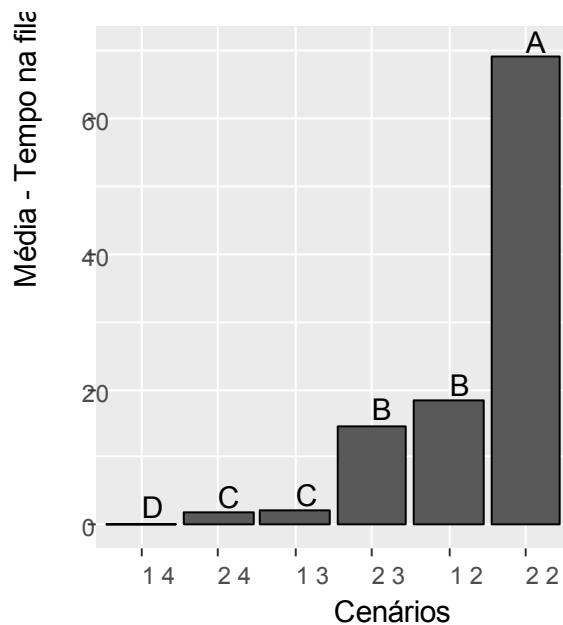


Figura 8 - Teste de Tukey - médias seguidas com a mesma letra não diferem entre si.

5 | CONCLUSÕES

A presente pesquisa teve como objetivo principal o desenvolvimento de cenários alternativos capazes de simular o funcionamento da secretaria no que tange ao tempo de espera na fila para atendimento aos discentes da IES sob estudo. Considerando o mesmo *layout* físico em todos os experimentos, investigou-se o comportamento real do sistema, bem como o aumento de demanda pelos serviços oferecidos pela secretaria.

Os resultados obtidos com o apoio do método ANOVA fatorial indicaram que o tempo de espera na fila foi influenciado por uma determinada combinação dos níveis dos fatores, Demanda e Recurso. Assim, com base no teste de Tukey, buscou-se identificar quais cenários diferem entre si, a uma confiabilidade de 95 %.

Conclui-se, então, que independentemente do nível da demanda o desempenho do sistema é o mesmo para 4 (com 30% a mais de demanda) ou 3 funcionários. De maneira similar, independente da demanda, o tempo de espera na fila não muda quando se utilizam 3 (demanda superior em 30%) ou 2 atendentes. Em contrapartida, os demais cenários apresentaram evidências significativas no tempo de fila.

No entanto, cabe salientar que, apesar da secretaria operar sob regime de atendimento agendado, o comportamento do sistema é fortemente influenciado pelos atendimentos avulsos, que ocorrem majoritariamente em uma pequena faixa de horários. Identificou-se também uma alta frequência de assuntos relacionados a temas financeiros.

Como proposta para estudos futuros, sugere-se a simulação de cenários que avaliem o tempo de espera dos discentes que requerem serviços financeiros e de estratégias para lidar com os atendimentos avulsos, considerando ainda a incrementos nos níveis de demanda e recurso.

REFERÊNCIAS

- BANKS, J.; NELSON, B. L.; NICOL, D. M. **Discrete-Event System Simulation**. 5. ed. Englewood Cliffs, NJ, USA: Prentice Hall, 2010.
- CHWIF, L.; MEDINA, A. **Modelagem e simulação de eventos discretos**. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.
- FREITAS FILHO, P. J. DE. **Introdução a modelagem e simulação de sistemas (com aplicações em Arena)**. 2. ed. São Paulo: Visual Books, 2008.
- HILLIER, F. S.; LIEBERMAN, G. J. **Introdução à Pesquisa Operacional**. 9. ed. Porto Alegre: McGraw-Hill, 2013.
- MONTGOMERY, D. C. **Design and Analysis of Experiments**. 8. ed. Hoboken, NJ: John Wiley and Sons, 2012.
- PRADO, D. **Usando o Arena em Simulação**. 5. ed. Nova Lima: Editora Falconi, 2015.
- SARGENT, R. G. **Verification and validation of simulation models**. Journal of Simulation, v. 7, n. 1, p. 12–24, 2013.
- SHANNON, R. **Introduction To the Art and Science of Simulation**. (I. C. S. Press, Ed.) Proceedings of the 30th conference on Winter simulation. Anais...Washington, D.C., USA: IEEE Computer Society Press, 1998.
- STHLE, L.; WOLD, S. **Analysis of variance (ANOVA)**. Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems, v. 6, n. 4, p. 259-272, 1989.
- TAHA, H. A. **Operations Research: An Introduction**. 10. ed. Upper Saddle River, NJ, USA: Pearson, 2016.
- TUKEY, J. W. **Comparing Individual Means in the Analysis of Variance**. Biometrics, v. 5, n. 2, p. 99-114, 1949.
- VIEIRA, J. J.; DA SILVA, P. A.; VIEIRA, A. L. DA C. **A política de educação à distância e o aumento das vagas nas Instituições de Ensino Superior: apontamentos**. Revista on line de Política e Gestão Educacional, v. 21, n. 1, p. 776–792, 2017.

SOBRE A ORGANIZADORA

Jaqueline Fonseca Rodrigues – Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, PPGE/UTFPR; Especialista em Engenharia de Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, PPGE/UTFPR; Bacharel em Ciências Econômicas pela Universidade Estadual de Ponta Grossa, UEPG; Professora Universitária em Cursos de Graduação e Pós-Graduação, atuando na área há 15 anos; Professora Formadora de Cursos de Administração e Gestão Pública na Graduação e Pós-Graduação na modalidade EAD; Professora-autora do livro “Planejamento e Gestão Estratégica” - IFPR - e-tec – 2013 e do livro “Gestão de Cadeias de Valor (SCM)” - IFPR - e-tec – 2017; Organizadora dos Livros: “Elementos da Economia – vol. 1 - (2018)”; “Conhecimento na Regulação no Brasil – (2019)” e “Elementos da Economia – vol. 2 - (2019)” – “Inovação, Gestão e Sustentabilidade – vol. 1 e vol. 2 – (2019)” pela ATENA EDITORA e Perita Judicial na Justiça Estadual na cidade de Ponta Grossa – Pr.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Aço 94, 95, 101, 102, 103, 105

Análise Fatorial 3, 7, 10, 12, 13, 15, 208, 209, 211, 212, 213

ARIMA 94, 96, 97, 98, 99, 101, 102, 103, 104

Assistência Social 90, 208, 209, 210, 213, 214, 220, 221

Autoavaliação 106, 107, 115, 116

B

Bases Matemática 173

C

Cadeia de Markov 18, 74, 82

Capacidade 18, 20, 47, 49, 66, 71, 73, 79, 80, 87, 95, 100, 101, 112, 122, 125, 126, 161, 185, 203, 239

Capdo 63, 70

Ciclo PDCA 53, 109, 254, 255, 257, 258, 260, 263

Cooperativa de Crédito 1, 3, 4, 6

Custos 45, 46, 47, 64, 65, 66, 70, 84, 86, 108, 111, 117, 121, 122, 123, 124, 128, 131, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 184, 195, 225

D

Despesas 147, 148, 149, 150, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 243

E

Economia 3, 4, 16, 51, 84, 105, 115, 147, 208, 209, 210, 214, 218, 220, 237, 238, 239, 240, 242, 243, 251, 252, 266

Eficiência Energética 50, 51, 52, 62

Embalagem 63, 64, 66, 67, 68, 69, 70, 259, 264

Engenharia 1, 48, 52, 71, 84, 93, 146, 171, 173, 174, 175, 177, 182, 266, 267, 268

Equipamentos 53, 54, 55, 94, 111, 118, 149, 194, 195, 196, 199, 200, 201, 204, 207, 228, 230, 258, 260, 261, 263, 265

Ergonomia 160, 161, 171

Estacionamento 9, 71, 72, 73, 74, 75, 77, 78, 79, 80, 82, 83

Estatística Multivariada 7, 10, 17, 208, 219, 221

Eventos Discretos 183, 185, 193

F

Fast Food 222, 223, 224, 225, 226, 227, 229, 232, 234

Ferramentas da qualidade 59, 64, 65, 66, 108, 109, 194, 196, 198, 201, 206, 254, 255, 258, 260, 262, 263

G

Geogebra 173, 174, 175, 176, 179, 180, 181

Gestão da Qualidade 65, 70, 106, 107, 108, 110, 111, 112, 114, 115, 116, 117, 118, 195, 207, 254, 255, 256, 257, 258, 264

Gestão de Projetos 119, 120, 121, 126, 131

I

ISO 50001 50, 51, 52, 58, 61, 62

L

Lava Car 18, 19, 20, 21, 24, 25, 26, 31, 32, 35, 37, 45, 47

Levantamento 67, 68, 117, 127, 160, 161, 163, 167, 168, 169, 170, 173, 181, 196, 198, 200, 201, 202

M

Manuseio de Cargas 160, 161, 171

Marinha do Brasil 84, 86, 90, 93

Maturidade em Gerenciamento de Projetos 119, 120, 125, 126, 127, 129, 131, 132

Medição 50, 52, 53, 54, 79, 80, 108, 194, 199, 200, 201, 202, 204, 233, 241

Melhoria 24, 33, 45, 47, 50, 51, 52, 58, 59, 64, 65, 69, 70, 71, 72, 80, 81, 82, 106, 108, 109, 110, 111, 112, 116, 118, 131, 162, 198, 200, 222, 223, 234, 254, 257

N

Não Conformidades 106, 107, 109, 115, 116, 117, 254, 255, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265

NBR ISO 9001:2015 106, 107, 111, 112, 113, 115, 116, 117

NCSS 9, 238, 239, 240, 243, 244, 251, 252

NIOSH 160, 161, 162, 163, 164, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172

P

PMBOK 119, 120, 125, 126, 127, 128, 131, 132

Previsão 94, 95, 96, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 183, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 253

Previsão de Demanda 105, 239, 240, 241, 243, 253

Problema do Caixeiro Viajante (PCV) 84, 86, 89

Processos 20, 51, 52, 64, 65, 66, 70, 73, 84, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 116, 117, 118, 121, 123, 124, 126, 127, 148, 185, 195, 196, 198, 199, 207, 222, 223, 225, 226, 230, 234, 239, 241, 252, 254, 255, 256, 258

Q

Qualidade 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 16, 17, 42, 45, 52, 59, 63, 64, 65, 66, 69, 70, 87, 99, 102, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 114, 115, 116, 117, 118, 120, 121, 122, 123, 124, 148, 161, 168, 184, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 204, 206, 207, 223, 224, 225, 227, 228, 230, 232, 233, 254, 255, 256, 257, 258, 260, 262, 263, 264, 265

R

Rotomoldagem 50, 52, 53, 58, 59, 60, 62

RULA 160, 161, 162, 163, 164, 166, 167, 169, 170, 171

S

Semiose 173

Serviço 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 37, 45, 47, 48, 64, 73, 87, 112, 122, 125, 128, 184, 186, 187, 189, 199, 223, 225, 226, 228, 255, 256, 258, 260, 263

Simulação 18, 19, 23, 24, 26, 34, 35, 37, 38, 39, 40, 47, 48, 57, 67, 73, 79, 83, 93, 183, 185, 187, 188, 190, 192, 193, 242

Simulação de Monte Carlo 18, 19, 23, 47, 48, 73

Sistema de Controle 147, 152, 153, 155, 156, 158, 258

Sistema de Gestão da Qualidade 106, 107, 108, 111, 112, 115, 116, 117, 118

Sistema Produtivo 222, 223, 224, 226

Sistemas de Atendimento 183

T

Tendência 96, 99, 102, 187, 198, 203, 220, 238, 239, 240, 244, 245, 247, 248, 251, 257

Teoria da Filas 183

Teoria dos Grafos 84, 85

TIC 173

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-611-9

