

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 and some metal components. The background is a bright, slightly blurred industrial setting.

**JAQUELINE FONSECA RODRIGUES  
(ORGANIZADORA)**

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

**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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> 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

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
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
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

Atena Editora  
Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://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

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1191904091</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>18</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1191904092</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>50</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1191904093</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>63</b>
APLICAÇÃO DA FERRAMENTA CAPDO PARA REDUÇÃO DE PERDAS DE EMBALAGENS EM UMA FÁBRICA DE BEBIDA	
Daécio Lima Batista Gilson Freire Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1191904094</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>71</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1191904095</b>	



<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>84</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1191904096</b>	
<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>94</b>
ARIMA NA PREVISÃO DO PREÇO DO AÇO NO RIO GRANDE DO SUL	
Patricia Cristiane da Cunha Xavier Leonam Vieira Hemann Adriano Mendonça Souza	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1191904097</b>	
<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>106</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1191904098</b>	
<b>CAPÍTULO 9</b> .....	<b>119</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1191904099</b>	
<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>133</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.11919040910</b>	

**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**



<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>208</b>
RELAÇÃO DOS GASTOS DO GOVERNO EM ASSISTÊNCIA SOCIAL COM AS VARIÁVEIS MACROECONÔMICAS BRASILEIRAS PELA ANÁLISE FATORIAL	
Viviane de Senna Adriano Mendonça Souza	
<b>DOI 10.22533/at.ed.11919040916</b>	
<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>222</b>
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 Maise Rodrigues Pereira Murilo Henrique de Lima Gouvea Paulo Sérgio Campos Renan Weiber de Souza	
<b>DOI 10.22533/at.ed.11919040917</b>	
<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>238</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.11919040918</b>	
<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>254</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.11919040919</b>	
<b>SOBRE A ORGANIZADORA</b> .....	<b>266</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....	<b>267</b>

## APLICAÇÃO DA TEORIA DAS FILAS PARA ANÁLISE DA CAPACIDADE DE UM ESTACIONAMENTO DE UNIVERSIDADE PÚBLICA

### Shih Yung Chin

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,  
Engenharia de Produção  
Ponta Grossa - Paraná

### Gabriel Santos Munhoz

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,  
Engenharia de Produção  
Ponta Grossa - Paraná

### Nathália de Paiva Cristo Leite Araújo

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,  
Engenharia de Produção  
Ponta Grossa - Paraná

### Nathana Caroline Donini Cezario

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,  
Engenharia de Produção  
Ponta Grossa - Paraná

**RESUMO:** O presente estudo tem como objetivo a aplicação da teoria das filas para a realização da análise da atual situação e da real capacidade do estacionamento destinado aos alunos da UTFPR Campus Ponta Grossa, onde as durações dos atendimentos são caracterizadas como sendo não determinísticas. Atualmente o local não comporta a demanda dos alunos, e isso ocasiona problemas como carros estacionados incorretamente, trânsito no local, além de pequenos acidentes, isso resultou no interesse da realização do presente artigo. Através da coleta de dados e do uso

de Cadeias de Markov e do método de Monte Carlo encontrou-se alguns indicadores como tempo de espera médio, fila média e intervalo de chegada entre os veículos e, através disso, foi possível entender quais são os reais problemas e que pode ser feito para a melhoria do local. Identificou-se que os maiores problemas são a má organização do local e chegada excessiva no início do período. Com isso, sugeriu-se a organização e delimitação das vagas do estacionamento, que, segundo cálculos, resultou numa redução considerável na fila e no tempo de espera, além disso, sugeriu-se também a distribuição dos horários de aulas, fazendo com que a chegada excessiva no começo do período se dispersasse ao longo do dia e assim, ocasionando também na redução da fila média e tempo de espera médio.

**PALAVRAS-CHAVE:** teoria das filas, estacionamento, capacidade.

### APPLICATION OF THE ROWS THEORY FOR THE ANALYSIS OF THE CAPACITY OF A PARKING OF THE PUBLIC UNIVERSITY

**ABSTRACT:** The purpose of this study is to apply the queuing for the analysis of the current situation and the actual parking capacity for UTFPR Campus Ponta Grossa students, where the length of service is characterized as nondeterministic. At present, the place

does not meet the demand of the students, and this causes problems such as cars parked incorrectly, traffic in the place, besides small accidents, this resulted in the interest of accomplishment of the present article. Through data collection and the use of Markov Chains and the Monte Carlo method, we found some indicators such as average waiting time, average queue and arrival interval between vehicles and, through this, it was possible to understand which are the real ones problems and what can be done to improve the site. It has been identified that the major problems are the poor organization of the site and excessive arrival at the beginning of the period. As a result, the organization and delimitation of the parking spaces was suggested, which, according to calculations, resulted in a considerable reduction in queuing and waiting time, in addition, it was also suggested the distribution of class schedules, making the excessive arrival at the beginning of the period dispersed throughout the day and thus, also causing the reduction of the average queue and average waiting time.

**KEYWORDS:** queuing theory, parking, capacity.

## 1 | INTRODUÇÃO

A mobilidade urbana vem crescendo a cada ano, porém a estrutura da cidade e seu planejamento de trânsito não acompanham esse crescimento. O aumento do número de carros se dá cada vez mais, tanto nas capitais, como nas regiões metropolitanas e interiores.

Em dez anos, de acordo com as estatísticas do Departamento de Trânsito do Paraná (DETRAN-PR), houve um aumento de 75% na frota de veículos do estado do Paraná. Comparando com o crescimento da população de 10,1% no mesmo período (IBGE), pode-se afirmar que o aumento da frota de veículos foi sete vezes maior que da população.

Restringindo apenas para a cidade de Ponta Grossa/PR, em fevereiro de 2019, a frota de veículos cadastrados na cidade foi de mais de 200 mil, segundo o site do DETRAN-PR e este aumento mal planejado causa transtornos nas mais diversas áreas do cotidiano da sociedade. Dentre esses, a disponibilidade de locais para estacionar o veículo.

Este reflexo do fluxo intenso de veículos e demais problemas secundários podem ser sentidos também em universidades. Em Ponta Grossa, a Universidade Tecnológica Federal do Paraná que se encontra a 6,7km do centro da cidade, força os 2975 alunos a utilizarem algum meio de transporte para locomoção até a faculdade. Assim, cerca de um terço do total de alunos utilizam veículos próprios e sofrem com o transtorno de um estacionamento não planejado cujas condições, disponibilidade e meios de utilização são precárias. A respeito do problema observado do fim de uma jornada com automóvel próprio, o que requer um local onde se possa estacioná-lo, servindo um usuário por vez. Dessa forma, para ajudar a compreender o problema e auxiliar na obtenção de propostas de melhoria, a teoria das filas é importante neste caso. Em conjunto, outras ferramentas podem ser usadas para a obtenção de cenários,

sugerindo a fim aquele mais conveniente à gestão do campus. Entre eles, estão a Simulação de Monte Carlo e Cadeias de Markov.

Sendo assim, o objetivo deste trabalho é analisar o sistema de vagas (configuração) e o número de vagas, o tempo de permanência de cada veículo, a demanda que varia de acordo com o período de aulas, e sugerir outras alternativas que atinge este sistema, beneficiando tanto os alunos quanto à universidade.

## 2 | REVISÃO

O presente artigo tem por objetivo analisar a configuração do estacionamento da UTFPR Ponta Grossa através da Teoria das Filas. Porém, antes de se entender a teoria, é necessário conhecer dois conceitos: o que são filas e o que é a espera. Fila é o que se forma quando a demanda é maior que a oferta, ou seja, quando é necessário a espera por algum serviço ou produto. E a espera nada mais é que o tempo necessário para ser atendido.

Segundo Taha (2008), a Teoria das Filas é um ramo da probabilidade na qual se estuda a formação de filas por meio de métodos matemáticos. Um sistema de filas pode ser dado como clientes chegando, esperando pelo serviço, isso se não forem atendidos de imediato, e saindo do sistema após o atendimento.



Figura 1: sistema de filas.

Fonte: autoria própria.

Para Costa (2005), um sistema de filas possui seis características básicas de processos, quais são: padrão de chegada dos clientes, padrão de serviço dos servidores, disciplina de filas, capacidade do sistema, número de canais de serviço e número de estágio de serviços. Com essas características, é possível desenvolver alguns indicadores de desempenho para determinada fila.

As chegadas representam a quantidade de entidades que chegam em cada período. Segundo Prado (2014), se as quantidades de chegadas apresentam um comportamento típico padrão então pode-se calcular a taxa de chegada, representada pela letra grega ( $\lambda$ ). Caso não apresente um comportamento padrão, é do tipo estocástico, ou seja, tem um perfil aleatório.

Indicadores de desempenho são ferramentas utilizadas para o gerenciamento de um sistema. Eles são capazes de aferir os processos e mostrar a real situação de determinado sistema. Em casos de filas, os indicadores podem ser dados pelo tempo médio de espera, tempo de espera do período e tamanho médio da fila. Abaixo

mostra-se as fórmulas necessárias para se calcular esses indicadores.

$$W = R + X_1 + X_2 + \dots + X_{n-1}$$

Equação 1: tempo de espera média.

W - tempo de espera do cliente no sistema;

R - tempo residual;

X<sub>n</sub> - tempos de atendimento dos clientes.

$$\bar{Lq} = \frac{\sum_{i=1}^n Lq_i}{n}$$

Equação 2: tamanho médio da fila

O tamanho médio da fila (Lq) é calculado a partir da média simples dos valores do tamanho das filas nos intervalos observados.

$$W_n = \frac{Lq_n}{\mu}$$

Equação 3: tempo de espera do período

W - tempo de espera;

Lq - tamanho da fila;

n - período;

μ - taxa de atendimento fixa.

Muitos dados referentes aos veículos que chegam e o tempo que permanecem no pátio são difíceis de se coletar. Então, com base em dados históricos, essas informações serão geradas através das Cadeias de Markov e Método de Monte Carlo.

A definição de Cadeia de Markov, também chamada de memória markoviana, é que os estados anteriores não são relevantes para a projeção dos próximos estágios, desde que o estado atual seja conhecido.

Já o método de Monte Carlo (MMC) é qualquer método de uma classe de métodos estatísticos que têm amostragens aleatórias como base para obter resultados numéricos, ou seja, são feitas muitas repetições sucessivas de simulações para calcular probabilidades heurísticamente.

Em universidades, a chegada de alunos é analisada de forma diferente. É necessário conhecer quais turnos existem, quantos alunos frequentam cada turno, além de ser necessário entender que cada aluno possui uma grade de horário determinada, e isso influencia no padrão de chegada e permanência no estacionamento.

Nota-se que há pouco interesse na aplicação da teoria das filas para a casos de estacionamentos em universidades, havendo poucos artigos sobre a pesquisa do trabalho em questão. O diferencial deste trabalho é entender a característica de cada veículo para o dimensionamento correto das vagas do estacionamento analisado.

### 3 | DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

Atualmente o campus de Ponta Grossa, conta aproximadamente com 3200 alunos, contando com todos os graus acadêmicos disponíveis na faculdade, além de que, o estacionamento também é compartilhado com os visitantes. O estacionamento conta com no total, oficialmente, com 201 vagas, sendo elas não são demarcadas, fazendo com que esse número diminua através de carros mal estacionados e espaços sem aproveitamento. Também se nota vagas “inventadas”, fazendo com que atrapalhe o fluxo de veículos através dos corredores disponíveis.

Como a cada semestre ingressam novos discentes, observa-se que o espaço está ficando cada vez mais limitado, obrigando os alunos e visitantes a estacionarem fora do perímetro da faculdade, acarretando na falta de segurança e uma crescente fila em busca de vagas para seus veículos.

Nos horários de pico entre as aulas, há uma enorme formação de filas tanto na entrada, quanto na saída do estacionamento, e também nas vias internas. Portanto, foram coletados dados das entradas dos veículos das 7h30 às 14h de uma quarta-feira, observados ao lado do portão de acesso do mesmo.

HORA (intervalo min)	INSTANTE (min)	CHEGADA	CHEGADA AC	ATENDIMENTO	ATENDIMENTO AC	SAÍDA	FILA	NUM DE VAGAS RESTANTES
0	0	0	0	0	0	0	0	177
7:30 - 7:50	20	9	9	9	9	0	0	168
7:50 - 8:10	40	42	51	42	51	0	0	126
8:10 - 8:30	60	46	97	46	97	0	0	80
8:30 - 8:50	80	10	107	10	107	0	0	70
8:50 - 9:10	100	13	120	13	120	0	0	57
9:10 - 9:30	120	5	125	5	123	0	0	54
9:30 - 9:50	140	15	140	15	129	2	0	48
9:50 - 10:10	160	30	170	30	156	9	0	21
10:10 - 10:30	180	4	174	4	158	3	0	19
10:30 - 10:50	200	2	176	2	160	2	0	17
10:50 - 11:10	220	0	176	0	160	0	0	17
11:10 - 11:30	240	1	177	1	157	0	0	20
11:30 - 11:50	260	3	180	3	142	4	0	35
11:50 - 12:10	280	0	180	0	140	18	0	37
12:10 - 12:30	300	3	183	3	141	2	0	36
12:30 - 12:50	320	3	186	3	142	2	0	35
12:50 - 13:10	340	6	192	6	148	2	0	29
13:10 - 13:30	360	43	235	43	191	0	14	0
13:30 - 13:50	380	14	249	14	205	0	18	0
13:50 - 14:10	400	4	253	4	207	0	24	0
14:10 - 14:30	420	5	258	5	212	2	35	0

Tabela 1: coleta de dados.

Fonte: autoria própria.

## 4 | CÁLCULO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Com a coleta de dados e utilizando Cadeias de Markov montou-se uma matriz das probabilidades de chegada em determinados intervalos de tempos em minutos. Criou-se faixas de intervalo para o cálculo das porcentagens e foram representados com os números de 0 a 4, sendo eles:

- 0- 0min a 9min;
- 1- 10min a 20 min;
- 2- 21min a 30min;
- 3- 31 min a 40min;
- 4- 41min a 50min;

$$P = \begin{pmatrix} 0,99 & 0,01 & 0,00 & 0,00 & 0,00 \\ 0,67 & 0,00 & 0,33 & 0,00 & 0,00 \\ 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,50 & 0,50 \\ 0,00 & 0,50 & 0,50 & 0,00 & 0,00 \\ 1,00 & 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,00 \end{pmatrix}$$

Matriz P: Probabilidade de chegada nos intervalos.

Fonte: autoria própria.

Ou seja, os valores mostrados na matriz representam a probabilidade de um carro chegar X minutos após o anterior. O primeiro valor da matriz representa de 0 para 0, isso quer dizer que existe 99% de chance de um carro chegar de 0 a 9 minutos após o anterior, o segundo valor (segunda linha da primeira coluna) representa de 1 para 0, ou seja, há 67% de chance de um carro chegar de 0 a 9 minutos após um carro que chegou de 10 a 20 minutos do anterior a este. E assim por diante.

Com essa matriz e utilizando o Método de Monte Carlo, calculou-se a probabilidade em que um carro pode chegar nos intervalos determinados anteriormente.

Intervalos	Prob	Prob acumulada	Num eq de bolas
0 a 9 min	0,966019	0,966019417	1---966
10 a 20 min	0,014563	0,980582524	967---981
21 a 30 min	0,009709	0,990291262	982---992
31 a 40 min	0,004854	0,995145631	993---998
41 a 50 min	0,004854	1	998---1000

Tabela 2: Aplicação do Método de Monte Carlo.

Fonte: autoria própria.



Isso significa que: há 96% de chance de um carro chegar de 0 a 9 minutos após o anterior, 1,4% de um carro chegar de 10 a 20 minutos após o anterior e assim sucessivamente. Através disso, podemos concluir que o intervalo de chegada médio dos veículos no estacionamento é 5,2 minutos.

Através da coleta de dados, montou-se uma tabela relacionando os possíveis horários de utilização do estacionamento e a quantidade de carros em cada um deles. Os horários foram agrupados conforme o início e término das aulas. As linhas representam o horário de chegada dos veículos, enquanto as colunas representam as saídas.

	7h30	8h20	10h00	12h00	13h50	15h30	17h30	19h30
7h30	0	0	3	2	0	1	7	1
8h20	0	0	12	18	0	21	32	2
10h20	0	0	0	6	0	22	14	0
12h00	0	0	0	0	2	3	2	0
13h50	0	0	0	0	0	27	26	1
15h50	0	0	0	0	0	0	5	0
17h30	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 3: Quantidade de carros em cada horário.

Fonte: autoria própria.

Feito isso, calculou-se a porcentagem dos carros em cada horário. Os dados se encontram na Tabela 4 abaixo.

	7h30	8h20	10h	12h00	13h50	15h30	17h30	19h30
7h30	0,0%	0,0%	1,4%	1,0%	0,0%	0,5%	3,4%	0,5%
8h20	0,0%	0,0%	5,8%	8,7%	0,0%	10,1%	15,5%	1,0%
10h20	0,0%	0,0%	0,0%	2,9%	0,0%	10,6%	6,8%	0,0%
12h00	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	1,0%	1,4%	1,0%	0,0%
13h50	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	13,0%	12,6%	0,5%
15h50	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	2,4%	0,0%
17h30	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Tabela 4: Porcentagem de carros em cada horário.

Fonte: autoria própria.

Além disso, encontrou-se também a probabilidade de um carro chegar em cada horário, considerando o número total de veículos que utilizam o estacionamento por dia.

<b>7h30</b>	7%
<b>8h20</b>	41%
<b>10h20</b>	20%
<b>12h00</b>	3%
<b>13h50</b>	26%
<b>15h50</b>	2%
<b>17h30</b>	0%

Tabela 5: Probabilidade de chegada em cada horário.

Fonte: autoria própria.

Para melhor análise da atual situação do estacionamento da universidade, encontrou-se os tempos possíveis que os veículos podem permanecer no estacionamento, considerando os horários das aulas no campus.

Abaixo na tabela encontra-se os tempos de permanência, em minutos, possíveis.

	<b>7h30</b>	<b>8h20</b>	<b>10h00</b>	<b>12h00</b>	<b>13h50</b>	<b>15h30</b>	<b>17h30</b>	<b>19h30</b>
<b>7h30</b>		50	150	270	380	480	600	720
<b>8h20</b>			100	220	330	430	550	670
<b>10h20</b>				100	210	310	430	550
<b>12h00</b>					110	210	330	450
<b>13h50</b>						100	220	340
<b>15h50</b>							100	220
<b>17h30</b>								120

Tabela 6: Tempos de permanência.

Fonte: autoria própria.

Através das duas tabelas anteriores foi possível calcular o tempo médio de permanência dos carros no estacionamento.

	<b>7h30</b>	<b>8h20</b>	<b>10h00</b>	<b>12h00</b>	<b>13h50</b>	<b>15h30</b>	<b>17h30</b>	<b>19h30</b>
<b>7h30</b>		0	2,17	2,61	0	2,32	20,29	3,48
<b>8h20</b>			5,8	19,13	0	43,62	85,02	6,47
<b>10h20</b>				2,9	0	32,95	29,08	0
<b>12h00</b>					1,06	3,04	3,19	0
<b>13h50</b>						13,04	27,63	1,64
<b>15h50</b>							2,42	0
<b>17h30</b>								0

Tabela 7: Tempo de permanência x porcentagem de carro em cada horário.

Fonte: autoria própria.

Ou seja, multiplicou-se as duas matrizes (Tabela 4 x Tabela 6) e encontrou-se o somatório dos resultados obtidos na Tabela 7. O resultado dessa equação foi de 307,87 min. Através da simulação de Monte Carlo feita, conclui-se que os carros que utilizam o estacionamento ficam aproximadamente 307 minutos no local.

Além disso, foi possível calcular a probabilidade de um carro permanecer em cada espaço de tempo mostrado na Tabela 8.

<b>Espaço de tempo (minutos)</b>	<b>Número de carros</b>	<b>Porcentagem</b>
<b>50 - 120</b>	52	25%
<b>150 - 220</b>	50	24%
<b>270 - 340</b>	27	13%
<b>380 - 450</b>	35	17%
<b>480 - 550</b>	33	16%
<b>600 - 720</b>	10	5%

Tabela 8: Probabilidade de um carro permanecer em cada espaço de tempo no estacionamento

Fonte: autoria própria.

Os valores da tabela acima foram encontrados somando-se todos os carros que permanecem de 50 a 120 minutos, de 150 a 220 minutos, e assim por diante. E após isso achou-se a porcentagem de cada um deles.

Além disso, calculou-se, também, a fila média, que resultou em um valor de 4,14 carros e o tempo médio de espera no local, no valor de 9,5 minutos.

## 5 | SUGESTÕES DE MELHORIA

Atualmente o estacionamento da UTFPR tem capacidade para 201 carros estacionados corretamente, porém com a desordem do estado atual, estima-se que há vagas para somente 160 carros.

Para a solução deste problema, o primeiro passo é o cálculo da quantidade real de vagas que o estacionamento possui. A Associação Brasileira de Normas Técnicas informa que as vagas para carros de tamanho médio devem ter 2,30m de largura e 4,70m de comprimento. Com essa informação e mais a medição das dimensões do local, é possível encontrar a quantidade total de vagas e verificar se é possível o uso da capacidade total do estacionamento.

E o segundo passo é a delimitação das vagas. Este passo pode ser feito utilizando estacas de madeiras pregadas no chão e pintadas com cores chamativas, criando o espaço necessário especificado pela ABNT. Acredita-se que esta mudança tornará o local mais organizado, com vagas de tamanhos necessários, facilitando

assim as manobras feitas pelos veículos, redução do risco de acidentes e aumento da eficiência do estacionamento.

Outra alternativa de melhoria, através da observação da tabela de probabilidade de chegada em cada horário, foi constatado que às 8:20 é o horário em que mais chega carro no estacionamento, gerando filas. Seria proposto, portanto, uma distribuição melhor do horário do início das aulas de manhã, colocando mais aulas para início às 9:10 ou às 10:20, e conseqüentemente, não gerando um pico de carros às 8:20, diminuindo as filas.

Outro ponto de observação, através da tabela de possibilidades de horários, foi constatado que a maioria dos carros permanecem no estacionamento entre o horário de 8:20 até às 17:30, mostrando que a carga horária da faculdade é grande. Isto se deve ao fato, que além de ter muitas aulas durante o dia, há muitos horários vagos entre as aulas, fazendo com que a pessoa fique mais tempo utilizando a vaga no estacionamento. Para melhorar neste ponto, seria propor a diminuição da carga horária da faculdade, ou então, uma melhor distribuição dos horários das aulas, ou seja, não acumular muitas matérias somente em um dia.

## 6 | DISCUSSÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS

Com a aplicação das melhorias, obteve-se novos resultados para os cálculos feitos nas etapas anteriores. O primeiro deles foi o cálculo da fila média após a aplicação da primeira melhoria proposta, que sugeria a delimitação das vagas com tamanhos determinados pela ABNT.

Foi feita a medição dos espaços disponíveis para vagas no local e a delimitação do local como mostra a planta abaixo. Como explicado, a vaga deve ter 2,30m de largura por 4,70m de comprimento.

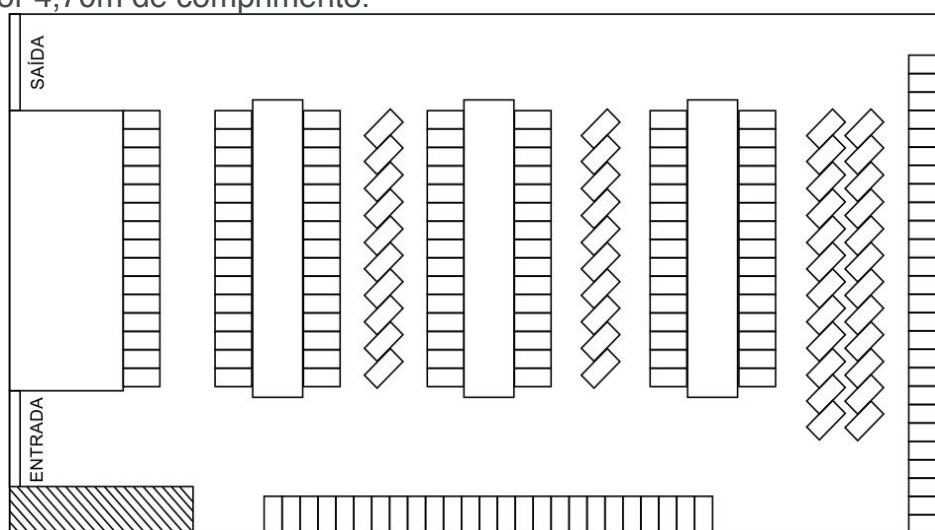


Figura 2: planta atualizada do local.

Fonte: autoria própria

Com isso, concluiu-se que o estacionamento possui capacidade para 200 vagas

no tamanho determinado pela norma. E através dessa informação, foi possível o novo cálculo da fila formada e encontrou-se a tabela mostrada abaixo.

HORA (intervalo min)	INSTANTE (min)	CHEGADA	CHEGADA AC	ATENDIMENTO	ATENDIMENTO AC	SAÍDA	FILA	NUM DE VAGAS RESTANTES
0	0	0	0	0	0	0	0	200
7:30 - 7:50	20	9	9	9	9	0	0	191
7:50 - 8:10	40	42	51	42	51	0	0	157
8:10 - 8:30	60	46	97	46	97	0	0	111
8:30 - 8:50	80	10	107	10	107	0	0	101
8:50 - 9:10	100	13	120	13	120	0	0	88
9:10 - 9:30	120	5	125	5	123	0	0	85
9:30 - 9:50	140	15	140	15	129	2	0	79
9:50 - 10:10	160	30	170	30	156	9	0	52
10:10 - 10:30	180	4	174	4	158	3	0	50
10:30 - 10:50	200	2	176	2	160	2	0	48
10:50 - 11:10	220	0	176	0	160	0	0	48
11:10 - 11:30	240	1	177	1	157	0	0	51
11:30 - 11:50	260	3	180	3	142	4	0	66
11:50 - 12:10	280	0	180	0	140	18	0	68
12:10 - 12:30	300	3	183	3	141	2	0	67
12:30 - 12:50	320	3	186	3	142	2	0	66
12:50 - 13:10	340	6	192	6	148	2	0	60
13:10 - 13:30	360	43	235	43	191	0	0	17
13:30 - 13:50	380	14	249	14	205	0	0	3
13:50 - 14:10	400	4	253	4	207	0	0	1
14:10 - 14:30	420	5	258	5	212	2	4	0

Tabela 9: coleta de dados.

Fonte: autoria própria.

A tabela mostra que a fila acumulada no final do período seria de 4 carros, resultando numa diminuição de 89% no tamanho dela. Com isso, o novo valor para fila média ( $L_q$ ) foi de 0,18 carros e para o tempo médio ( $W_q$ ) de espera foi de 1 minuto.

A segunda melhoria proposta foi a alteração de alguns horários das aulas para que o intervalo de chegada entre os carros aumentasse e, conseqüentemente, diminuísse as filas. Sendo utilizado novamente as Cadeias de Markov, foi obtido uma nova matriz das probabilidades de chegada em determinados intervalos de tempos em minutos. Criou-se faixas de intervalo para o cálculo das porcentagens e foram representados com os números de 0 a 2, sendo eles:

- 0: 0min a 19min;
- 1: 20min a 39 min;
- 2: 40min a 59min;

$$P^I = \begin{pmatrix} 0,99 & 0,00 & 0,01 \\ 0,33 & 0,17 & 0,50 \\ 0,00 & 0,00 & 0,00 \end{pmatrix}$$

Matriz  $P^I$ : Nova probabilidade de chegada nos intervalos.

Fonte: autoria própria.

Os valores mostrados na matriz representam a probabilidade de um carro chegar X minutos após o anterior. O primeiro valor da matriz representa de 0 para 0, isso quer dizer que existe 99% de chance de um carro chegar de 0 a 19 minutos após o anterior, o segundo valor (segunda linha da primeira coluna) representa de 1 para 0, ou seja, há 33% de chance de um carro chegar de 0 a 19 minutos após um carro que chegou de 20 a 39 minutos do anterior a este. E assim por diante.

Com essa nova matriz e utilizando o Método de Monte Carlo, calculou-se a nova probabilidade em que um carro pode chegar nos intervalos determinados anteriormente.

	Probabilidade	Probabilidade acumulada	Número equivalente de bolas
0 a 19 min	0,951456	0,951456311	1---951
20 a 39 min	0,004854	0,95631068	951---956
40 a 59 min	0,024272	1	957---1000

Tabela 2: Aplicação do método de Monte Carlo

Fonte: autoria própria

Isso significa que: há 95% de chance de um carro chegar de 0 a 19 minutos após o anterior, 0,48% de um carro chegar de 20 a 39 minutos após o anterior e assim sucessivamente. Através disso, podemos concluir que o novo intervalo de chegada médio dos veículos no estacionamento é 10,4 minutos.

## 7 | CONCLUSÃO

Durante todo o processo de desenvolvimento do artigo, utilizou-se os conceitos da disciplina de Métodos Estocásticos para conseguir formular uma melhoria eficiente. Com a obtenção dos dados, foi possível a aplicação da Cadeia de Markov e o método de Monte Carlo para a conclusão do objetivo do trabalho, no qual seria a análise das vagas do estacionamento da Universidade Tecnológica Federal do Paraná do campus Ponta Grossa.

Ao avaliar os resultados, percebeu-se a necessidade de vagas extras sendo proposto a delimitação das vagas, dentre outras ações, como a reorganização do mesmo. Com base no número de vagas atuais, sendo no total de 160 vagas, após a delimitação e a reorganização das mesmas, foi constatado um aumento do total para 200 vagas, alcançando um aumento considerável para a redução do número de filas.

Foi observado também através dos cálculos, o excesso de veículos que chegam em um mesmo curto intervalo, devido aos horários das aulas serem pouco diversificadas, sendo proposto uma melhor distribuição dos horários das aulas e evitando filas. Através da cadeia de Markov notou-se que essa segunda proposta não

houve grande impacto nas filas, diminuiu 5% na probabilidade de um carro chegar no intervalo de 10 minutos entre o outro.

Portanto, pode-se concluir que as duas melhorias são válidas, porém a reorganização e delimitação das vagas já são suficientes para um bom funcionamento do estacionamento.

## REFERÊNCIAS

COSTA, Luciano Cajado. **Teoria das Filas**. Universidade Federal do Maranhão. São Luís, 2005.

Prado, Darci Santos do: **Teoria das filas e da simulação**. 5ª edição. Editora Falconi, 2014.

TAHA, Hamdy A. **Pesquisa Operacional**. 8 edição. Editora Prentice Hall Brasil, 2008.



## **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

