

# Alinhamento Dinâmico da Engenharia de Produção 2

Carlos Alberto Braz  
Janaina Cazini  
(Organizadores)



**Atena**  
Editora  
Ano 2019

Carlos Alberto Braz  
Janaina Cazini  
(Organizadores)

# Alinhamento Dinâmico da Engenharia de Produção 2

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora  
Copyright © Atena Editora  
Copyright do Texto © 2019 Os Autores  
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora  
Editora Chefe: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Antonella Carvalho de Oliveira  
Diagramação: Rafael Sandrini Filho  
Edição de Arte: Lorena Prestes  
Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
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. Edvaldo Antunes de Faria – Universidade Estácio de Sá  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões  
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 di Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
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. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia  
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador  
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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
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. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
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. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Profª Drª 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 Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
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. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí  
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
A287a	Alinhamento dinâmico da engenharia de produção 2 [recurso eletrônico] / Organizadores Carlos Alberto Braz, Janaina Cazini. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Alinhamento Dinâmico da Engenharia de Produção; v. 2)  Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-711-6 DOI 10.22533/at.ed.116191510  1. Engenharia de produção. I. Braz, Carlos Alberto. II. Cazini, Janaína. III. Série.  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

Atena  
Editora

Ano 2019

## APRESENTAÇÃO

Quem disse que a teoria de longe representa a prática é porque ainda trabalha de forma empírica, por tentativa e erro, e potencialize o erro nessa história. É fato que o avanço tecnológico que estamos vivenciando como: - IA: Inteligência artificial, nanotecnologias e 4G, são frutos de estudos teórico-práticos que inicialmente foram idealizados, pesquisados e testados e agora estão mudando não só a forma como trabalhamos, mas também como estudamos e vivemos, é a Revolução 4.0.

É nesse contexto que o e-book “ Alinhamento Dinâmico da Engenharia de Produção 2” selecionou 20 artigos que apresentam estudos teórico-práticos – estudos de casos – que trazem resultados inquestionáveis da melhoria dos processos produtos e educacionais. Como o artigo “APLICAÇÃO DA TEORIA DAS RESTRIÇÕES EM UM SISTEMA DE CORTES DE FRASCO MÚLTIPLO” onde o estudo e aplicação da Teoria das Restrições no processo produtivo de 4 produtos em uma fábrica na Argentina, resultou em um aumento de 30% na produção e diminuição considerável nas horas ociosas de máquinas e processos.

Já o artigo “CAPACIDADE PRODUTIVA UTILIZANDO O ESTUDO DO TEMPO: ANÁLISE EM UMA METALÚRGICA DE EQUIPAMENTOS PARA NUTRIÇÃO ANIMA” de Goiás apresenta a cronoanálise de uma máquina e assim a eficácia de sua operação, clarificando para a organização dados para decisões de aumento ou diminuição da produção.

A necessidade de automatizar um setor ou processo, nasce da estratégia de manter-se no mercado e diminuir custos, entretanto, antes da decisão de robotizar uma área deve-se avaliar vários fatores: custos x benefícios, realocação de pessoal, clima organizacional, profissionais com expertise para operacionalizar e outros, neste sentido, o artigo “Viabilidade Econômica da Soldagem GMAW Robotizada em Intercooler de Alumínio na Substituição da Soldagem GMAW Manual” apresenta como ocorre um processo de mudança do operacional/manual para o robotizado com menor impacto para organização e seus colaboradores.

No âmbito educacional faz necessário transformações radicais na metodologia de ensino e nos conteúdos oficiais, para que os discentes possam acompanhar as mudanças tecnológicas e sociais, diante disso, tem-se nas práticas de extensão e atividades interdisciplinares possibilidades de promoção do empreendedorismo social e dos negócios de impacto social, bem como seu impacto para a vida acadêmica dos discentes e para as comunidades além dos muros das Universidades, como pode-se observar no artigo “UMA ANÁLISE DA EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA NA PROMOÇÃO DO EMPREENDEDORISMO SOCIAL E DOS NEGÓCIOS DE IMPACTO SOCIAL EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO: UM ESTUDO DE CASO UFAL”

A seleção e organização desses artigos atendem a expectativa dos leitores discentes de universidades – para apoiar-los na promoção de atividades teórico-práticas - bem como os leitores do universo corporativo que buscam incansavelmente

soluções inovadoras e prática para minimizar os custos e processos sem perde a essência da organização. Corroborando para o fortalecimento da parceria, EMPRESA-ESCOLA, como fonte propulsora do desenvolvimento social e tecnológico.

Carlos Alberto Braz

Janaina Cazini

# SUMÁRIO

## 1 | INDÚSTRIA 4.0

### **CAPÍTULO 1 ..... 1**

VIABILIDADE ECONÔMICA DA SOLDAGEM GMAW ROBOTIZADA EM INTERCOOLER DE ALUMÍNIO NA SUBSTITUIÇÃO DA SOLDAGEM GMAW MANUAL

Eduardo Carlos da Mota  
Alex Sandro Fausto dos Santos

**DOI 10.22533/at.ed.1161915101**

## 2 | FERRAMENTAS DA QUALIDADE

### **CAPÍTULO 2 ..... 15**

5W1H E 5 PORQUÊS: APLICAÇÃO EM PROCESSO DE ANÁLISE DE FALHA E MELHORIA DE INDICADORES

Kaique Barbosa de Moura  
Letícia Ibiapina Fortes  
Rhubens Ewald Moura Ribeiro  
Alan Kilson Ribeiro Araújo  
Carlos Alberto de Sousa Ribeiro Filho

**DOI 10.22533/at.ed.1161915102**

### **CAPÍTULO 3 ..... 25**

APLICAÇÃO DE METODOLOGIA PARA REDUÇÃO DO TEMPO DE PROGRAMAÇÃO DE FERRAMENTAS DE FORJAMENTO DE PORCAS E PARAFUSOS

Franciele Caroline Gorges  
Marcos Francisco Letka  
Renato Cristofolini  
Claiton Emilio do Amaral  
Rosalvo Medeiros  
Victor Rafael Laurenciano Aguiar  
Gilson João dos Santos  
Custodio da Cunha Alves  
Emerson Jose Corazza  
Ademir Jose Demétrio  
Paulo Roberto Queiroz  
Fabio Krug Rocha

**DOI 10.22533/at.ed.1161915103**

### **CAPÍTULO 4 ..... 38**

AVALIAÇÃO E PROPOSIÇÃO DE MELHORIAS EM UMA FÁBRICA DE SORVETES LOCALIZADA NA CIDADE DE ASSÚ-RN: UTILIZAÇÃO DO ESTUDO DE TEMPOS E MAPEAMENTO DE PROCESSOS

Paulo Ricardo Fernandes de Lima  
Luiza Lorenna de Souza Cavalcante  
Izabele Cristina Dantas de Gusmão  
Larissa Almeida Soares  
Mariane Dalyston Silva  
Richardson Bruno Carlos Araújo  
Thais Cristina de Souza Lopes  
Helisson Bruno Albano da Silva  
Felix De Souza Neto  
Christiane Lopes dos Santos

**CAPÍTULO 5 ..... 53**

BALANCEAMENTO DE LINHA DE PRODUÇÃO: APLICAÇÃO NA SEGREGAÇÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Kerolay Milesi Gonçalves  
Felipe Fonseca Cavalcante  
Carlos Eduardo Moreira Guarido  
Carlos Rogério Domingos Araújo Silveira  
Fabrício Polifke da Silva  
Paula Fernanda Chaves Soares

DOI 10.22533/at.ed.1161915105

**CAPÍTULO 6 ..... 64**

CAPACIDADE PRODUTIVA UTILIZANDO O ESTUDO DO TEMPO: ANÁLISE EM UMA METALÚRGICA DE EQUIPAMENTOS PARA PRODUÇÃO DE RAÇÃO ANIMAL

Jordania Louse Silva Alves  
Rodrigo Alves de Almeida  
Darlan Marques da Silva

DOI 10.22533/at.ed.1161915106

**CAPÍTULO 7 ..... 77**

ESTUDO DE CONFIABILIDADE EM UMA LINHA DE PRODUÇÃO DE TELEFONES MÓVEIS

Natalia Gil Canto  
Ingrid Marina Pinto Pereira  
Bárbara Cortez da Silva  
Joaquim Maciel da Costa Craveiro  
Marcelo Albuquerque de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.1161915107

**3 | GESTÃO**

**CAPÍTULO 8 ..... 90**

APLICACIÓN DE LA TEORÍA DE LAS RESTRICCIONES EN UN SISTEMA DE MÚLTIPLES CUELLOS DE BOTELLA

Claudia Noemí Zarate  
María Betina Berardi  
Alejandra María Esteban

DOI 10.22533/at.ed.1161915108

**CAPÍTULO 9 ..... 100**

APLICAÇÃO DE METODOLOGIAS DE CUSTEIO EM EMPRESAS DE SERVIÇOS DO SEGMENTO TÉCNICO-PROFISSIONAL

Rüdiger Teixeira Pfrimer  
Juliana Schmidt Galera

DOI 10.22533/at.ed.1161915109

**4 | LOGÍSTICA**

**CAPÍTULO 10 ..... 114**

AUDITORIA LOGÍSTICA EM MICRO E PEQUENAS EMPRESAS LOCALIZADAS NO LITORAL NORTE



PAULISTA

Roberto Costa Moraes  
Juliete Micol Gouveia Seles

**DOI 10.22533/at.ed.11619151010**

**CAPÍTULO 11 ..... 130**

CONSTRUÇÃO NAVAL BRASILEIRA: PERSPECTIVAS E OPORTUNIDADES A PARTIR DO DESENVOLVIMENTO DA CAPACIDADE OPERACIONAL

Maria de Lara Moutta Calado de Oliveira  
Sergio Iaccarino  
Elidiane Suane Dias de Melo Amaro  
Daniela Didier Nunes Moser  
Eduardo de Moraes Xavier de Abreu

**DOI 10.22533/at.ed.11619151011**

**5 | GESTÃO**

**CAPÍTULO 12 ..... 143**

ERGONOMIA: ESTUDO DA QUALIDADE DE VIDA NO TRABALHO DOS RECEPCIONISTAS DE UM HOSPITAL NO MUNICÍPIO DE REDENÇÃO-PA

Alana Pereira Santos  
Jheniffer Helen Martins da Silva  
Fábia Maria de Souza

**DOI 10.22533/at.ed.11619151012**

**CAPÍTULO 13 ..... 157**

ESTUDO DA APLICAÇÃO DE RESÍDUOS NA FABRICAÇÃO DE PISOS TÁTEIS

Dayvson Carlos Batista de Almeida  
Bianca Maria Vasconcelos Valério  
Béda Barkokébas Junior  
Lorena Maria da Silva Gonçalves  
Amanda de Moraes Alves Figueira

**DOI 10.22533/at.ed.11619151013**

**CAPÍTULO 14 ..... 167**

FOMENTO DO CONTEÚDO NACIONAL E DESENVOLVIMENTO DA CADEIA PRODUTIVA: UM ESTUDO DE CASO NA INDÚSTRIA NAVAL

Maria de Lara Moutta Calado de Oliveira  
Daniela Didier Nunes Moser  
Elidiane Suane Dias de Meloamaro  
Sergio Iaccarino  
Marcos André Mendes Primo

**DOI 10.22533/at.ed.11619151014**

**CAPÍTULO 15 ..... 183**

O CAPITAL INTELECTUAL NAS EMPRESAS - METODOLOGIAS PARA AVALIAÇÃO E MENSURAÇÃO FINANCEIRA

Roberto Righi

**DOI 10.22533/at.ed.11619151015**

**CAPÍTULO 16 ..... 194**

QUESTÕES ÉTICAS, RELIGIÃO E AS DIFERENTES PERSPECTIVAS DOS INDIVÍDUOS NA

GESTÃO EMPRESARIAL

Simone Maria da Silva Lima

Danielle Freitas Santos

DOI 10.22533/at.ed.11619151016

**CAPÍTULO 17 ..... 203**

SISTEMATIZAÇÃO DE ANÁLISE DA PERCEPÇÃO DE VALOR PELO PACIENTE EM SERVIÇOS DE SAÚDE

Maria Lydia Nogueira Espenchitt

Andrea Cristina dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.11619151017

**CAPÍTULO 18 ..... 215**

UMA ABORDAGEM DINÂMICA PARA O PROBLEMA DE AQUISIÇÃO DE COMBUSTÍVEIS CONSIDERANDO INCERTEZAS DE PREÇO E DEMANDA

Guilherme Avelar Duarte

Marco Antonio Bonelli Junior

Matheus de Araujo Butinholi

Nathália Regina Silva Vieira

Williane Cristina Ribeiro

DOI 10.22533/at.ed.11619151018

**6 | INCLUSÃO SOCIAL**

**CAPÍTULO 19 ..... 227**

ESTUDO E APLICAÇÃO DO MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR PARA O SERVIÇO 4.0 SUSTENTÁVEL NA GASTRONOMIA

Henrique Hideki Kato

Ricardo Luiz Ciuccio

DOI 10.22533/at.ed.11619151019

**7 | EMPREENDEDORISMO**

**CAPÍTULO 20 ..... 240**

UMA ANÁLISE DA EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA NA PROMOÇÃO DO EMPREENDEDORISMO SOCIAL E DOS NEGÓCIOS DE IMPACTO SOCIAL EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO: UM ESTUDO DE CASO UFAL

Danisson Luiz dos Santos Reis

Eliana Silva de Almeida

DOI 10.22533/at.ed.11619151020

**CAPÍTULO 21 ..... 251**

A ESCOLHA DA ESTRATÉGIA DE POLICIAMENTO EM FUNÇÃO DA DEMANDA CRIMINAL: UM MODELO PROBABILÍSTICO DE TÓPICOS

Marcio Pereira Basilio

Valdecy Pereira

DOI 10.22533/at.ed.11619151021

**SOBRE OS ORGANIZADORES..... 265**

**ÍNDICE REMISSIVO ..... 266**

## APLICACIÓN DE LA TEORÍA DE LAS RESTRICCIONES EN UN SISTEMA DE MÚLTIPLES CUELLOS DE BOTELLA

### **Claudia Noemí Zarate**

Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Mar del Plata. Mar del Plata, Argentina

### **María Betina Berardi**

Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Mar del Plata. Mar del Plata, Argentina

### **Alejandra María Esteban**

Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Mar del Plata. Mar del Plata, Argentina

**RESUMEN:** En este trabajo se aborda el problema de la determinación de la mezcla de productos en un sistema de producción que está restringido por más de un recurso. Se trata de una empresa que fabrica y vende 4 productos. Los mismos deben pasar por 4 centros de trabajo que poseen diferentes características respecto del uso de los recursos y de su disponibilidad para la fabricación. Se utiliza la Programación Lineal en la resolución del problema obteniéndose una solución que indica que, con los recursos disponibles sólo es posible fabricar 1 producto y un pequeño porcentaje de otro, quedando dos productos sin atender. La solución orienta a proponer el uso de horas extras sobre el recurso que se agota a efectos de la explotación del sistema. La nueva solución aumenta el beneficio en un 30% y disminuyen a su vez las horas ociosas de los recursos que no son escasos.

**PALABRAS-CLAVE:** Gestión de Activos Físicos; mezcla de productos ; TOC

### APLICAÇÃO DA TEORIA DAS RESTRIÇÕES EM UM SISTEMA DE CORTES DE FRASCO MÚLTIPLO

**RESUMO:** Este artigo aborda o problema de determinar o mix de produtos em um sistema de produção que é restrito por mais de um recurso. É uma empresa que fabrica e vende 4 produtos. Eles devem passar por quatro centros de trabalho com características diferentes quanto ao uso de recursos e sua disponibilidade para fabricação. A Programação Linear é utilizada para resolver o problema, obtendo uma solução que indica que com os recursos disponíveis só é possível fabricar 1 produto e uma pequena porcentagem de outro, deixando dois produtos sem supervisão. A solução visa propor o uso de horas extras no recurso que é esgotado para fins de operação do sistema. A nova solução aumenta o lucro em 30% e, por sua vez, reduz as horas ociosas de recursos que não são escasso

**PALAVRAS-CHAVE:** Gestão de Ativos Físicos; mix de produtos; TOC.

# APPLICATION OF THE RESTRICTIONS THEORY IN A SYSTEM OF MULTIPLE BOTTLE CUTS

**ABSTRACT:** This paper addresses the problem of determining the mix of products in a production system that is restricted by more than one resource. It is a company that manufactures and sells 4 products. They must go through 4 work centers that have different characteristics regarding the use of resources and their availability for manufacturing. Linear Programming is used to solve the problem, obtaining a solution that indicates that with the available resources it is only possible to manufacture 1 product and a small percentage of another, leaving two products unattended. The solution aims to propose the use of overtime on the resource that is exhausted for the purposes of operating the system. The new solution increases the profit by 30% and in turn reduces the idle hours of resources that are not scarce.

**KEYWORD:** Physical Asset Management; Products mixture ; TOC.

## 1 | INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se desarrolla para el caso de una empresa que ensambla y vende muebles para oficina. El negocio consiste en adquirir los muebles prefabricados y en las instalaciones, se ensamblan y se envían al cliente.

La empresa comercializa alrededor de 30 productos distintos aunque el 80% de la facturación es generada por 4 productos:

X1: escritorio con mesa para teclado y habitáculo para PC

X2: escritorio recto estándar

X3: escritorio L estándar

X4: escritorio recto con cajonera

En dichas instalaciones se desarrollan cuatro procesos:

- la recepción y descarga de las cajas con las distintas partes que componen los artículos;
- el almacenamiento de las mismas
- el ensamble de los muebles
- el despacho hacia el cliente.

En los últimos meses, y como resultado de varias acciones exitosas realizadas por la dirección, destinadas a aumentar las ventas, la capacidad de las instalaciones se ha visto ampliamente superada y muchos pedidos no pueden satisfacerse.

Este trabajo tiene como objetivo determinar, aplicando la teoría de las restricciones, la mezcla óptima de producción y cuáles serían las medidas relativas a elevar el sistema conducente a lograr la máxima rentabilidad.

## 2 | MARCO TEÓRICO

La teoría de las restricciones (Theory of Constraint, TOC) fue desarrollada por Eliyahu Goldratt como un proceso de mejora continua. El objetivo de la TOC es maximizar el objetivo de una organización, es decir obtener el máximo beneficio, el cual es limitado por las restricciones.

Las restricciones se pueden definir como limitaciones que pueden afectar el desempeño de un sistema. Las restricciones pueden ser de carácter interno o externo.

Las internas surgen de limitaciones derivadas de los procesos necesarios para cumplir con el objetivo de la organización o de las políticas internas de la misma.

Las restricciones en los procesos son aquéllas que se presentan cuando un proceso o puesto de trabajo no posee la capacidad suficiente para suministrar la demanda requerida por el mercado de los clientes. Las restricciones por políticas surgen cuando el gerente u otros actores del proceso, tal como los sindicatos, establecen normas que limitan la capacidad de las operaciones. Tal sería el caso de la limitación en el uso de las horas extras, etc..

Por otro lado, las restricciones externas, están vinculadas a factores externos a la organización y sobre las que, en principio, la organización no puede modificar a través de sus decisiones. Tal el caso del comportamiento del mercado de clientes o de proveedores. En todo caso, las decisiones se toman para adaptar el sistema al entorno en el que se halla inmerso, pero no para modificarlo.

La TOC plantea un modelo de decisión compuesto por 5 pasos que conforman un ciclo. Cuando el mismo finaliza, debe reiniciarse. Esta característica es la que permite asociarlo a un proceso de mejora continua. Dichos pasos pueden resumirse en:

1. identificar las restricciones o Cuello de Botella (CB)
2. explotar las restricciones
3. subordinar todo a la decisión anterior
4. elevar la restricción
5. si logra elevar la restricción, volver al paso 1

El problema de la obtención de la mezcla de producción es un tipo de problema de planificación para un solo período, cuya solución arroja las cantidades de productos (o mezcla de productos) que maximiza el beneficio con los recursos disponibles, cuando el sistema no es capaz de satisfacer totalmente la demanda.

La TOC propone que para seleccionar dicha mezcla, es necesario considerar que el tiempo disponible de la restricción es limitado. Los productos usan en su proceso de producción diferentes tiempos de todos los recursos, y en particular de la restricción. Aquél que usa menos tiempo de la misma será el que deba priorizarse. Para decidir cuál de los productos debe tener prioridad al momento de decidir cuál es el que más conviene fabricar, considerando que no se puede fabricar todo lo que la demanda



requiere, se necesita dividir el la contribución marginal unitaria de cada producto por el tiempo que usa de la restricción. Además propone que dicha contribución marginal unitaria es el resultado de la diferencia entre el precio de venta y los costos “totalmente” variables, ya que, en el corto plazo el resto de los costos los considera “fijos”(Kee).

Se han publicado numerosos trabajos cuyo objetivo es determinar dicha mezcla, utilizando para ellos diversos modelos propuestos. Varios autores ( Kee, Ortiz Caicedo, entre otros) han aplicado con excelentes resultados el modelo heurístico propuesto por la TOC aunque se trata en todos ellos de sistemas que poseen una única restricción.

Jaydeep Balakrishnan y Chung Hung Cheng ( 2000) demuestran que en presencia de mas de una restricción, la aplicación del modelo heurístico conduce a soluciones subóptimas o no factibles. La aplicación de la programación lineal como herramienta de aplicación de la TOC la transforma en un instrumento poderoso, que no sólo lleva a la solución óptima sino que también orienta en forma correcta acerca de cómo elevar el sistema para maximizar el beneficio.

### 3 | DESARROLLO

#### 3.1 Descripción de las actividades productivas

Los productos se adquieren prefabricados, listos para armar, en cajas individuales;

- se descargan utilizando autoelevador
- se almacenan en estanterías;
- se transportan en carros hasta el área de procesamiento, se ensamblan y se transportan en carros hasta la zona de despacho
- se despachan con autoelevador y envían al cliente

#### 3.2 Características técnico económicas de la planta

Se relevó la capacidad de producción disponible. La empresa posee 20 operarios en planta distribuidos en los distintos puestos, según se detalla en la Tabla 1.

ACTIVIDAD	Nº operarios	[ h/mes](*)	Costo op/mes [\$/mes]	Costo total [\$/mes]
DESCARGA (DC)	2	320	20000	40000
ALMACENAMIENTO(AL)	2	320	15000	30000
ENSAMBLE (EN)	12	1920	15000	180000
DESPACHO (DP)	4	640	20000	80000
Total	20			330000

TABLA 1: Capacidad de las instalaciones

Fuente: elaboración propia. (\*) Cada operario trabaja 8h/día, 20 días/mes)

En Tabla 2 se detallan precio de venta, costos, la Contribución Marginal Unitaria (CMU) y demanda pronosticada de los productos analizados.

		X1	X2	X3	X4
PV	\$/u	850	730	950	950
costo mp	\$/u	40	60	90	300
CMU	\$/u	<b>810</b>	<b>670</b>	<b>860</b>	<b>650</b>
Demanda pronosticada	U	800	450	1500	2000

TABLA 2: Precio de Venta y costos ABC de los productos

Fuente: elaboración propia.

Asimismo se relevaron los consumos de recursos en función de los productos, que se presentan en Tabla 3

		x1	x2	x3	x4
DESCARGA (dc)	[h/u]	0,3333	0,2833	0,5	0,025
ALMACENAMIENTO(al)	[h/u]	0,0167	0,025	0,005	0,04
ENSAMBLE (en)	[h/u]	0,490	0,361	0,320	0,560
DESPACHO (dp)	[h/u]	0,6	0,6	0,45	0,3

TABLA 3: consumo unitario de los recursos

Fuente: elaboración propia.

### 3.3 Análisis de la capacidad de la instalación

A partir de los datos de la demanda, de las capacidades de producción de las instalaciones y del consumo de los recursos, se realiza un análisis de las cargas de trabajo. En la Tabla 4 se presentan los resultados.

	1*	X1	X2	X3	X4	2*	%UTILIZACIÓN
DC [h]	320	266,7	127,5	750,0	50,0	1194,2	373,2
AL [h]	320	13,3	11,3	7,5	80,0	112,1	35,0
EN [h]	1920	392,0	162,5	480,0	1120,0	2154,5	112,2
DP [h]	640	480,0	270,0	675,0	600,0	2025,0	316,4

Tabla 4: consumo de recursos totales para satisfacer la demanda

Fuente: elaboración propia- (1\*) Horas disponibles (2\*) Horas necesarias

Se observa que la operación de descarga representa el cuello de botella con un porcentaje de utilización del 373,2%. Asimismo se desprende de la misma tabla que las operaciones de ensamblado y despacho también resultan en una restricción del sistema productivo.

Se concluye entonces que se está en presencia de un sistema de múltiples restricciones

## 4 | OBTENCIÓN DE LA MEZCLA DE PRODUCCIÓN

Dado que se está en presencia de un sistema con múltiples restricciones, se utiliza la Programación Lineal como método de solución.

Se detalla el planteo del sistema de ecuaciones que requiere el modelo:

$$\text{Max } Z(\text{ABC}) : \text{Función Objetivo} = \text{Max}(\sum \text{CMU}_i X_i - 330000)$$

Donde:

$$X_i = \text{unidades de producto } i, \quad i = 1, \dots, 4$$

$$\text{CMU}_i = \text{beneficio unitario del producto } X_i$$

Sujeto a las siguientes restricciones:

$$\sum dc_i X_i \leq 320, \quad i=1 \dots 4$$

$$\sum al_i X_i \leq 320, \quad i=1 \dots 4$$

$$\sum en_i X_i \leq 1920, \quad i=1 \dots 4$$

$$\sum dp_i X_i \leq 320, \quad i=1 \dots 4$$

$$\sum dc_i X_i \leq 640, \quad i=1 \dots 4$$

$$X_i \geq 0 \text{ y entero}$$

$$X_1 \leq 800$$

$$X_2 \leq 450$$

$$X_3 \leq 1500$$

$$X_4 \leq 2000$$

Donde:

$dc_i$  = consumo unitario del recurso DC del producto  $i$ ,  $i=1 \dots 4$

$al_i$  = consumo unitario del recurso AL del producto  $i$ ,  $i=1 \dots 4$

$en_i$  = consumo unitario del recurso EN del producto  $i$ ,  $i=1 \dots 4$

$dp_i$  = consumo unitario del recurso DP del producto  $i$ ,  $i=1 \dots 4$

La figura 1 presenta el sistema de ecuaciones y restricciones ingresadas para modelar el problema.

Variable →	X1	X2	X3	X4	Direction	R. H. S.
Maximize	810	670	860	650		
DESCARGA	0.333333333	0.283333333	0.5	0.025	<=	320
ALMACENAM	0.016666667	0.025	0.005	0.04	<=	320
ENSAMBLE	0.49	0.361	0.32	0.56	<=	1920
DESPACHO	0.6	0.6	0.45	0.3	<=	640
VENTAS X1	1				<=	800
VENTAS X2		1			<=	450
VENTAS X3			1		<=	1500
VENTAS X4				1	<=	2000
LowerBound	0	0	0	0		
UpperBound	M	M	M	M		
VariableType	Integer	Integer	Integer	Integer		

Figura 1: sistema de ecuaciones y restricciones del modelo de Programación Lineal

En la Figura 2 se presenta la salida del sistema

	Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(j)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status
1	X1	0	810,0000	0	810,0000	at bound
2	X2	0	670,0000	0	670,0000	at bound
3	X3	90,0000	860,0000	77.400,0000	860,0000	at bound
4	X4	1.998,0000	650,0000	1.298.700,0000	0	basic
	Objective	Function	(Max.) =	1.376.100,0000		
	Constraint	Left Hand Side	Direction	Right Hand Side	Slack or Surplus	Shadow Price
1	DESCARGA	94,9500	<=	320,0000	225,0500	0
2	ALMACENAMIENTO	80,3700	<=	320,0000	239,6300	0
3	ENSAMBLE	1.147,6800	<=	1.920,0000	772,3199	0
4	DESPACHO	639,9000	<=	640,0000	0,1000	0
5	VENTAS X1	0	<=	800,0000	800,0000	0
6	VENTAS X2	0	<=	450,0000	450,0000	0
7	VENTAS X3	90,0000	<=	1.500,0000	1.410,0000	0
8	VENTAS X4	1.998,0000	<=	2.000,0000	2,0000	0

Figura 2: solución al sistema de ecuaciones y restricciones

En el próximo apartado se analizan los resultados hallados

## 5 | ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 5.1 Situación inicial

De la Figura 2, se observa que el cuadro de salida está dividido en 2. Por un lado las variables solución y por el otro las restricciones.

De las “variables solución”, que son las que dan la mezcla de productos que maximizan el beneficio de la función objetivo, se observa que:

- la mezcla óptima está formada por 90 unidades de X3 y 1998 unidades de X4.
- No se pueden fabricar ni X1 ni X2
- El beneficio generado por fabricar y vender esta mezcla es de \$1.376.100-\$330.000= \$1.046.100

De las restricciones, se observa que por fabricar esta mezcla:

- Existen 225,05 hs de descarga, 239,63 hs de almacenamiento y 772,3199 hs de ensamble que resultan capacidad en exceso
- El recurso DESPACHO es el que se agota ( recurso escaso)

De acuerdo a los resultados, la restricción 4 correspondiente al recurso DP, sería el indicador que propone el sistema para elevarlo.

## 5.2 Explotación del sistema con recursos de capacidad de corto plazo

Dado que la TOC es, como se mencionó anteriormente, una herramienta útil en la toma de decisiones del corto plazo, la explotación del sistema podría considerarse utilizando recursos aplicables a dicho CP, tales como las horas extras. Considerando las restricciones externas de los sindicatos, que no admiten un número superior de horas extras mayor al 50%, se propone aumentar la capacidad de la operación DC utilizando para ello la cantidad de horas extras que se consideren necesarias. Asimismo, cabe destacar que el costo de la hora extra es el doble de la hora regular, por lo que su valor asciende a \$250/hex

La figura 3 presenta el nuevo sistema de ecuaciones y restricciones ingresadas para modelar el problema, considerando la incorporación de horas extras.

Variable →	X1	X2	X3	X4	hex	Direction	R. H. S.
Maximize	810	670	860	650	-250		
DESCARGA	0.333333333	0.283333333	0.5	0.025		<=	320
ALMACENAM	0.016666667	0.025	0.005	0.04		<=	320
ENSAMBLE	0.49	0.361	0.32	0.56		<=	1920
DESPACHO	0.6	0.6	0.45	0.3	-1	<=	640
VENTAS X1	1					<=	800
VENTAS X2		1				<=	450
VENTAS X3			1			<=	1500
VENTAS X4				1		<=	2000
max HE					1	<=	320
LowerBound	0	0	0	0	0		
UpperBound	M	M	M	M	M		
VariableType	Integer	Integer	Integer	Integer	Integer		

Figura 3: sistema de ecuaciones y restricciones del modelo de PL con Horas Extras

La solución óptima del problema se presenta en la figura 4



	Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(j)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status	Allowable Min. c(j)	Allowable Max. c(j)
1	X1	389,9999	810,0000	315.899,9000	0	basic	732,1740	1.146,6670
2	X2	0	670,0000	0	-89,5000	at bound	-M	759,5000
3	X3	280,0001	860,0000	240.800,0000	0	basic	607,4999	1.102,5000
4	X4	2.000,0000	650,0000	1.300.000,0000	0	basic	261,9167	M
5	hex	320,0000	-250,0000	-80.000,0000	0	basic	-788,8888	M
	Objective	Function	(Max.) =	1.776.700,0000				
	Constraint	Left Hand Side	Direction	Right Hand Side	Slack or Surplus	Shadow Price	Allowable Min. RHS	Allowable Max. RHS
1	DESCARGA	320,0000	<=	320,0000	0	1.010,0000	250,0000	450,0000
2	ALMACENAMIENTO	87,9000	<=	320,0000	232,1000	0	87,9000	M
3	ENSAMBLE	1.400,7000	<=	1.920,0000	519,3000	0	1.400,7000	M
4	DESPACHO	640,0000	<=	640,0000	0	788,8888	523,0000	763,0001
5	VENTAS X1	389,9999	<=	800,0000	410,0001	0	389,9999	M
6	VENTAS X2	0	<=	450,0000	450,0000	0	0	M
7	VENTAS X3	280,0001	<=	1.500,0000	1.220,0000	0	280,0000	M
8	VENTAS X4	2.000,0000	<=	2.000,0000	0	388,0833	1.556,7570	2.421,6220
9	max HE	320,0000	<=	320,0000	0	538,8888	203,0000	443,0000

Figura 4: solución óptima utilizando horas extras

La solución óptima de la PL, como resultado de la incorporación de las horas extras permite observar que:

- la mezcla óptima está formada por 390 unidades de X1, 280 unidades de X3 y 2000 unidades de X4.
- Sólo no es posible fabricar X2
- El beneficio generado por fabricar y vender esta mezcla es de \$1.776.700-\$330.000= \$1.446.700
- La capacidad en exceso es presentada por el recurso de almacenamiento (232,1 hs) y Ensamble ( 519,3 hs)
- Los recursos escasos son DESCARGA Y DESPACHO
- Se agotan las horas extras, es decir, se utilizan todas las horas extras disponibles
- El precio sombra de los recursos escasos es un indicador del recurso que más beneficio generará por el aumento de una unidad adicional de recurso. El precio sombra el recurso DESCARGA es de \$1010, mientras que el del recurso DESPACHO es de \$788,8. Esta sería una nueva decisión para recomenzar el ciclo

## 6 | CONCLUSIONES

La situación inicial plantea la existencia de más de una restricción por lo que la solución de la mezcla óptima de la producción debe encontrarse utilizando Programación Lineal.

La solución de la PL indica que se obtiene un beneficio de \$1.343,100, fabricándose 90 unidades de X3 y 1998 unidades de X4 y no se atiende al mercado de X1 y X2; también existen 225,05 hs de descarga, 239,63 hs de almacenamiento y 772,3199 hs de ensamble que resultan capacidad en exceso;

Con la incorporación de las horas extras en el recurso escaso DESPACHO:

- se genera un beneficio \$1.743.700, que implica un aumento del 38% respecto de la situación inicial;
- Las horas en exceso disminuyen en 225 hs en la actividad DESCARGA, 7,53 hs en ALMACENAMIENTO Y 253,02 hs en ENSAMBLE
- Se agotan los recursos DESCARGA y DESPACHO, aunque el precio sombra en esta nueva situación, el recurso que elevaría con mayor beneficio el sistema pasa a ser DESCARGA

La programación lineal es una poderosa herramienta que permite arribar a la mezcla óptima y factible del problema.

Finalmente, se demuestra que en el planteo del problema se observa una clara evidencia de la existencia de silos funcionales dentro de la organización que generaron un desequilibrio importante entre la capacidad suministrada y la demandada generada.

## REFERENCIAS

Balakrishnan, J; Cheng,C.H. ( 2000). *Theory of constraints and linear programming: a reexamination. International Journal of Production Research*, 38, 6, 1459-1463.

Goldratt, E.M. (1990):*Theory of Constraints*. North River Press. Croton-on-Hudson. New York, USA.

Kee, R. (1995): *Integrating activity-based costing with the theory of constraints to enhance production related decision making. Accounting Horizons*, Vol. 9,pp. 48-61.

Molina de Paredes, O. (2003). Nuevas Técnicas de Control y Gestión de Costos en Búsqueda de la Competitividad. *Actualidad Contable FACES*, N°6, pp. 25-32.

Ortiz, V; Caicedo A. (2012). Mezcla óptima de producción desde el enfoque gerencial de la contabilidad del *throughput*: el caso de una pequeña empresa de calzado. *Cuadernos de Contabilidad*, Tomo 15, N°37.

Souza, A., Clemente, A., Perfecto, J. (2006). Costo Directo, Mundo del Valor y Programación Lineal. *Faces* N°25, pp. 23-42.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Alumínio 1, 2, 4, 5, 13

Análise de falhas 87

Automação 1, 2, 3, 5, 12, 13

### B

Balanceamento de linha 53, 54, 56

### C

Cadeia de produção naval 171, 179

Capacidade 4, 13, 20, 22, 45, 46, 51, 55, 57, 64, 65, 76, 77, 80, 82, 87, 117, 124, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 139, 140, 141, 146, 159, 173, 178, 179, 181, 185, 190, 206, 225, 229, 243, 244

Capacidade de produção 64, 65, 80

Confiabilidade 21, 36, 77, 78, 80, 81, 82, 84, 85, 86, 87, 88, 163, 189, 196, 197

Conteúdo nacional 131, 167, 168, 175

Controle da produção 25, 26, 28, 37, 51

Cronoanálise 38, 40, 41, 47, 48, 51, 52

Custeio ABC 100, 102, 103, 113

Custos de Soldagem 1, 2, 3, 7, 8, 13

### D

Demolição 53, 54, 55, 56, 58, 161

Diagrama Homem-Máquina 38, 48, 51

### E

Eficiência 9, 10, 21, 23, 39, 50, 53, 54, 55, 60, 61, 62, 63, 67, 75, 108, 144, 149, 163, 188, 192, 204, 224, 265

Equipamentos para fábrica de ração 64

Estudo de tempos 38, 39, 40, 47, 50, 63, 64, 65, 67, 76

### F

Fábrica de sorvetes 38, 39

Falhas 18, 19, 23, 41, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 84, 86, 87, 88, 115, 116, 118, 209

Ferramenta 5W1H 15, 16, 17, 20, 22

Ferramenta 5W2H 17, 38, 42, 50, 51

Ferramentas da qualidade 27, 36

Fluxo 4, 7, 40, 42, 48, 51, 55, 57, 58, 63, 102, 137, 163, 208, 209, 227, 228, 230, 231, 234, 238, 243

## G

Gestão de ativos físicos 90  
Gestão de estoques 114, 116, 117, 120

## I

Indicadores 15, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 80, 109, 116, 119, 120, 123, 151, 180, 188, 192, 226, 247  
Indústria 15, 17, 24, 51, 65, 77, 130, 139, 142, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 180, 181, 227, 228, 229, 230, 231, 234, 245  
Indústria 4.0 227, 228, 229, 230, 231, 234  
Intercooler 1, 4, 5, 7

## K

Kaizen 228, 234

## L

Lean Manufacturing 13  
Logística 57, 59, 81, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 127, 128, 129, 226, 248

## M

Mag 14  
Manutenção 7, 8, 9, 10, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 77, 78, 80, 81, 87, 88, 89, 101, 108, 109, 110, 117, 121, 123, 216, 219, 221, 245, 265  
Mapeamento 17, 38, 41, 43, 50, 51, 55, 58, 209, 227, 228, 230, 231, 232, 233, 234, 237, 238, 245  
Mapeamento de processos 38, 41, 51  
Meio ambiente 56, 140, 161, 166, 245  
Melhoria 15, 18, 23, 26, 30, 40, 41, 42, 50, 51, 53, 55, 57, 75, 76, 82, 116, 120, 126, 128, 130, 132, 135, 136, 137, 139, 140, 165, 167, 168, 169, 176, 177, 180, 185, 204, 209, 227, 228, 230, 234, 237, 238, 245, 247  
Melhoria contínua 23, 51, 55, 180, 204, 228  
Mig 14  
Mix de produtos 90  
Modernização 131, 169, 175

## O

Organização 18, 19, 21, 22, 38, 41, 44, 50, 63, 65, 103, 112, 117, 118, 121, 128, 133, 134, 140, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 152, 153, 154, 166, 176, 185, 186, 188, 192, 214, 229, 234, 237, 249  
Otimização 1, 53, 54, 55, 63, 212, 226, 227, 228, 248  
Otimização de processo 54

## P

PCP 25, 26, 27, 28, 29, 34, 36

PDCA 17, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 36, 37

Performance 18, 77, 78, 141, 142, 144, 195

Processo 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 22, 23, 26, 27, 28, 29, 30, 38, 39, 40, 41, 42, 44, 45, 46, 50, 51, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 62, 63, 65, 66, 70, 71, 72, 77, 78, 79, 82, 84, 85, 86, 87, 101, 102, 103, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 118, 127, 128, 131, 134, 136, 137, 138, 139, 140, 147, 158, 162, 166, 168, 171, 172, 173, 174, 176, 184, 187, 188, 194, 195, 196, 197, 207, 208, 209, 213, 214, 217, 218, 219, 220, 221, 223, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 237, 238, 240, 243, 244, 248, 253, 254, 255, 256, 257, 261, 262, 265

Processo GMAW 1, 4, 11, 12

## Q

Qualidade 2, 3, 13, 14, 17, 20, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 36, 37, 39, 41, 49, 57, 75, 78, 80, 88, 117, 125, 127, 134, 137, 138, 139, 140, 143, 144, 145, 146, 147, 149, 150, 151, 154, 155, 156, 163, 168, 172, 175, 180, 196, 204, 205, 206, 207, 208, 213, 214, 228, 229, 245, 248, 265

## R

Recepcionistas 143, 144, 150, 151, 152, 153, 154, 155

Resíduo de construção 53, 54, 55, 56

Robô 5

Robótica 1, 14

## S

Serviços 41, 51, 65, 76, 100, 101, 102, 103, 104, 111, 113, 115, 143, 151, 161, 171, 173, 185, 188, 189, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 212, 213, 214, 227, 228, 229, 238, 242, 244, 245, 248, 251, 252, 253

SMD 77, 78, 79, 85

Solda 4, 5, 7, 8, 9, 65, 78, 79

Sustentabilidade 24, 163, 164, 166, 200, 248

## T

TOC 90, 91, 92, 93, 97



Agência Brasileira do ISBN

ISBN 978-85-7247-711-6



9 788572 477116