



**FRANCIELE BRAGA MACHADO TULLIO  
LUCIO MAURO BRAGA MACHADO  
(ORGANIZADORES)**

**AMPLIAÇÃO E  
APROFUNDAMENTO  
DE CONHECIMENTOS NAS  
ÁREAS DAS ENGENHARIAS**



**FRANCIELE BRAGA MACHADO TULLIO  
LUCIO MAURO BRAGA MACHADO  
(ORGANIZADORES)**

**AMPLIAÇÃO E  
APROFUNDAMENTO  
DE CONHECIMENTOS NAS  
ÁREAS DAS ENGENHARIAS**

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Diagramação:** Natália Sandrini de Azevedo

**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**

Profª Drª 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

Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense

Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – 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

Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice

Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão

Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Profª Drª 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

Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná



Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

### **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília  
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
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 Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Fernando José Guedes da Silva Júnior – Universidade Federal do Piauí  
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
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 Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora  
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  
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
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 Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
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

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão



Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
 Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
 Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais  
 Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
 Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos  
 Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
 Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
 Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
 Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco  
 Prof. Me. Douglas Santos Mezacas -Universidade Estadual de Goiás  
 Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
 Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
 Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora  
 Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas  
 Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo  
 Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
 Prof. Me. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
 Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
 Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College  
 Profª Ma. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
 Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay  
 Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco  
 Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
 Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
 Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
 Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
 Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
 Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
 Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá  
 Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
 Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
 Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
 Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
 Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana  
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

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

A526 Ampliação e aprofundamento de conhecimentos nas áreas das engenharias [recurso eletrônico] / Organizadores Franciele Braga Machado Tullio, Lucio Mauro Braga Machado. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-86002-74-4

DOI 10.22533/at.ed.744200804

1. Engenharia – Pesquisa – Brasil. 2. Inovações tecnológicas. 3. Tecnologia. I. Tullio, Franciele Braga Machado. II. Machado, Lucio Mauro Braga.

CDD 620

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior | CRB6/2422**

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná - Brasil

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

Em “Ampliação e Aprofundamento de Conhecimentos nas Áreas das Engenharias” vocês encontrarão dezenove capítulos que demonstram que as fronteiras nas engenharias continuam sendo ampliadas.

A engenharia aeroespacial brasileira vem realizando muitos estudos para a melhoria nos processos de construção de satélites e temos nesta obra quatro capítulos demonstrando isso.

Na engenharia elétrica e na computação temos quatro capítulos demonstrando empenho no aprofundamento de pesquisas envolvendo temas atuais.

A engenharia de materiais e a engenharia química trazem quatro capítulos com pesquisas na produção de novos materiais e produção de medicamentos.

Pesquisas na engenharia de produção temos três capítulos que demonstram o empenho na análise de qualidade da produção industrial.

Os demais capítulos apresentam boas pesquisas em engenharia civil, engenharia mecânica e engenharia agrícola.

Boa leitura!

Franciele Braga Machado Tullio

Lucio Mauro Braga Machado

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
AVALIAÇÃO DA PRONTIDÃO DA ORGANIZAÇÃO DE AIT DE SATÉLITES ARTIFICIAIS PARA O ATENDIMENTO DE REQUISITOS DE SEUS STAKEHOLDERS	
Isomar Lima da Silva Andreia Fátima Sorice Genaro José Wagner da Silva Elaine de Souza Ferreira de Paula Bruno da Silva Muro	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7442008041</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>13</b>
EMPREGO DOS PARÂMETROS DE LAMINAÇÃO PARA OTIMIZAÇÃO DE PAINÉIS REFORÇADOS EM COMPÓSITOS SUBMETIDOS A CARGAS COMPRESSIVAS	
Hélio de Assis Pegado Laura Tameirão Sampaio Rodrigues	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7442008042</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>30</b>
AN OVERVIEW OF THE BFO - BASIC FORMAL ONTOLOGY - AND ITS APPLICABILITY FOR SATELLITE SYSTEMS	
Adolfo Americano Brandão Geilson Loureiro	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7442008043</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>39</b>
COLETA DE REQUISITOS DO SUBSISTEMA BAZOOKA CANSAT UTILIZADO NO SEGUNDO CUBEDESIGN	
Daniel Alessander Nono Anderson Luis Barbosa Bruno Carneiro Junqueira André Ferreira Teixeira Aline Castilho Rodrigues	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7442008044</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>47</b>
CENTRAIS HIDROcinÉTICAS COMO MEIO PARA A REESTRUTURAÇÃO DEMOCRÁTICA DO SETOR ELÉTRICO	
Luiza Fortes Miranda Geraldo Lucio Tiago Filho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7442008045</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>60</b>
DE KAOS PARA SYSML NA MODELAGEM DE SISTEMAS EMBARCADOS: UMA REVISÃO DA LITERATURA	
Timóteo Gomes da Silva Fernanda Maria Ribeiro de Alencar Aêda Monalizza Cunha de Sousa Brito	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7442008046</b>	



<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>68</b>
INTERNET OF THINGS NA ENGENHARIA BIOMÉDICA	
Tatiana Pereira Filgueiras	
Pedro Bertemes Filho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7442008047</b>	
<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>77</b>
AVALIAÇÃO DE TOPOLOGIAS DE FONTES DE CORRENTE EM BIOIMPEDÂNCIA ELÉTRICA	
David William Cordeiro Marcondes	
Pedro Bertemes Filho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7442008048</b>	
<b>CAPÍTULO 9</b> .....	<b>97</b>
OBTENÇÃO DE BIODIESEL POR MEIO DA TRANSESTERIFICAÇÃO DO ÓLEO DE SOJA UTILIZANDO CATALISADOR DE KOH/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> EM DIFERENTES COMPOSIÇÕES	
Laís Wanderley Simões	
Normanda Lino de Freitas	
Joelda Dantas	
Elvia Leal	
Julyanne Rodrigues de Medeiros Pontes	
Pollyana Caetano Ribeiro Fernandes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7442008049</b>	
<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>113</b>
CARACTERIZAÇÃO MECÂNICA DE FILMES HÍBRIDOS PRODUZIDOS POR AMIDO DE MILHO E QUITOSANA	
Francielle Cristine Pereira Gonçalves	
Kilton Renan Alves Pereira	
Rodrigo Dias Assis Saldanha	
Simone Cristina Freitas de Carvalho	
Vitor Rodrigo de Melo e Melo	
Kristy Emanuel Silva Fontes	
Richelly Nayhene de Lima	
Magda Jordana Fernandes	
Elano Costa Silva	
Thaynon Brendon Pinto Noronha	
Liliane Ferreira Araújo de Almada	
Paulo Henrique Araújo Peixôto	
<b>DOI 10.22533/at.ed.74420080410</b>	
<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>125</b>
SYNTHESIS AND STRUCTURAL CHARACTERIZATION OF SODIUM DODECYL SULFATE (DDS) MODIFIED LAYERED DOUBLE HYDROXIDE (HDL) AS MATRIX FOR DRUG RELEASE	
Amanda Damasceno Leão	
Mônica Felts de La Rocca	
José Lamartine Soares Sobrinho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.74420080411</b>	
<b>CAPÍTULO 12</b> .....	<b>134</b>
THIN PLATE SPLINE INTERPOLATION METHOD APPLICATION TO PREDICT THE SUNFLOWER OIL INCORPORATION IN POLY (ACRYLIC ACID)-STARCH FILMS	
Talita Goulart da Silva	
Débora Baptista Pereira	
Vinícius Guedes Gobbi	

Layla Ferraz Aquino  
Thassio Brandão Cubiça  
Matheus Santos Cunha  
Tiago dos Santos Mendonça  
Sandra Cristina Dantas  
Roberta Helena Mendonça

**DOI 10.22533/at.ed.74420080412**

**CAPÍTULO 13 ..... 152**

GESTÃO ESTRATÉGICA PARA O DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS NA EMPRESA DE MANUTENÇÃO JL AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

Francely Cativo Bentes  
David Barbosa de Alencar  
Marden Eufrasio dos santos

**DOI 10.22533/at.ed.74420080413**

**CAPÍTULO 14 ..... 162**

OTIMIZAÇÃO DOS INSPETORES ELETRÔNICOS NA PRODUÇÃO DE TAMPAS METÁLICAS NO POLO INDUSTRIAL DE MANAUS

Elisabete Albuquerque de Souza  
David Barbosa de Alencar  
Marden Eufrasio dos Santos

**DOI 10.22533/at.ed.74420080414**

**CAPÍTULO 15 ..... 174**

CONTROLE DE QUALIDADE DOS BLOCOS CERÂMICOS DE VEDAÇÃO DE SEIS E OITO FUROS DAS OLARIAS DO AMAPÁ

Daniel Santos Barbosa  
Adler Gabriel Alves Pereira  
Orivaldo de Azevedo Souza Junior  
Ruan Fabrício Gonçalves Moraes  
Paulo Victor Prazeres Sacramento

**DOI 10.22533/at.ed.74420080415**

**CAPÍTULO 16 ..... 190**

REAPROVEITAMENTO DE TOPSOIL COMO MEDIDA DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS

José Roberto Moreira Ribeiro Gonçalves  
Fabiano Battemarco da Silva Martins  
Ronaldo Machado Correia

**DOI 10.22533/at.ed.74420080416**

**CAPÍTULO 17 ..... 199**

AVALIAÇÃO DE OBRAS DE ARTE ESPECIAIS: COMPARAÇÃO ENTRE A NBR 9452/2019 E O MÉTODO ESLOVENO

Ana Carolina Virmond Portela Giovannetti

**DOI 10.22533/at.ed.74420080417**

**CAPÍTULO 18 ..... 208**

DIMENSIONAMENTO DA POTÊNCIA MÍNIMA EXIGIDA DO ACIONAMENTO PRINCIPAL DE TRANSPORTADORES DE CORREIA

José Joelson de Melo Santiago  
Carlos Cássio de Alcântara  
Daniel Nicolau Lima Alves

Jackson de Brito Simões

DOI 10.22533/at.ed.74420080418

**CAPÍTULO 19 ..... 220**

CONSTRUÇÃO, INSTRUMENTAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE UM TÚNEL DE VENTO DIDÁTICO DE CIRCUITO FECHADO

Lucas Ramos e Silva

Guilherme de Souza Papini

Rafael Alves Boutros

Romero Moreira Silva

Wender Gonçalves dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.74420080419

**SOBRE OS ORGANIZADORES..... 236**

**ÍNDICE REMISSIVO ..... 237**



## DIMENSIONAMENTO DA POTÊNCIA MÍNIMA EXIGIDA DO ACIONAMENTO PRINCIPAL DE TRANSPORTADORES DE CORREIA

Data de aceite: 27/03/2020

### José Joelson de Melo Santiago

Universidade Federal da Paraíba, Centro de Tecnologia, João Pessoa – PB.

### Carlos Cássio de Alcântara

Universidade Federal da Paraíba, Centro de Tecnologia, João Pessoa – PB.

### Daniel Nicolau Lima Alves

Universidade Federal da Paraíba, Centro de Tecnologia, João Pessoa – PB.

### Jackson de Brito Simões

Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Caraúbas – RN.

**RESUMO:** Este capítulo trata do dimensionamento do sistema de acionamento principal de uma correia transportadora. As correias transportadoras são equipamentos presente nos mais diversos tipos de indústria com finalidade de transporte de material e sua capacidade de produção está diretamente relacionada com a potência do acionamento principal (Motor/Redutor) entre outros subsistemas que a compõe. Devido aos aumentos de produção da indústria em geral é comum a longo da vida útil desses equipamentos a realização do redimensionamento ou até projeto desde o início de outras correias

transportadoras. Nesse sentido este estudo visa abordar os principais parâmetros e normas a serem seguidos no dimensionamento do sistema de acionamento principal, tratando de motores, redutores.

**PALAVRAS-CHAVE:** Correia Transportadora. Sistema de Acionamento. Motor. Redutor.

**ABSTRACT:** This chapter deals the design of the drive system of conveyor belt. Conveyor belts are present in many different types of industry for the purpose of transporting material. Their production capacity is directly related to the power of the main drive (Engine / gearbox) among other subsystems that compose it. Due to the increase of production of the industry in general it is common throughout the useful life of these equipments the accomplishment of the resizing or until design from the beginning of other conveyor belts. In this sense, this study aims to address the main parameters and norms to be followed in the design of the main drive system, dealing with motors and gearbox.

**KEYWORDS:** Conveyor Belt. Drive System. Engine. Gearbox

### INTRODUÇÃO

Transportadores de correia são máquinas

de manipulação de materiais que, em combinação com outros dispositivos, é utilizada em numerosos processos com o propósito de providenciar um fluxo contínuo de materiais entre diversas operações. Apresenta economia e segurança de operação, confiabilidade, versatilidade e enorme gama de capacidades.

No passado o projeto de transportadores contínuos era conduzido de uma maneira empírica, sem considerar grandezas que hoje são conhecidas e muito relevantes para um bom desempenho do equipamento. Por não levarem estas grandezas em consideração, os métodos utilizavam altos coeficientes de segurança, acarretando grandes custos ao projeto, principalmente quando os sistemas modelados eram transportadores de longa distância e alta capacidade. Recentemente, grandes avanços têm sido obtidos de teorias associadas os transportadores de longa distância.

Implementações nas técnicas de manufatura dos componentes do transportador têm possibilitado conceber projetos com maiores capacidades, comprimentos e velocidades. Os rolos e a correia eram componentes limitadores dos parâmetros de projeto, mas melhorias na qualidade de fabricação permitiram que alguns esforços dinâmicos pudessem ser minimizados, aumentando o desempenho dos elementos. Melhorias nos processos de fabricação das correias, principalmente aquelas que possuem cabos de aço, permitiram conceber transportadores maiores, mais resistentes e confiáveis.

Os transportadores de correias são equipamentos complexos compostos por diversos elementos de máquinas tais como eixos, mancais e polias, acoplamentos e outros equipamento como a própria correia transportadora, motores e redutores, estes dois últimos por sua vez formam um conjunto de acionamento que dá movimento e torque necessário para o transportador realize sua função (CNI, 2009).

Nesse contexto é de extrema importância para os engenheiros mecânicos conhecerem e entenderem o dimensionamento desses subsistemas na composição de um equipamento como o transportador de correia.

## **PRINCIPAIS SUBSISTEMAS**

Um dos principais subsistemas desses equipamentos são as correias transportadas, fabricado em geral de elastômeros de alta resistência, são encontrados em duas formas mais comuns:

- Correias planas para pallets e cargas unitárias;
- Correias abauladas para transporte de material a granel.

Correia do tipo abaulada para transporte de material a granel se move sobre roletes dispostos em ângulo, que a fazem tomar uma forma côncava. É um dos

sistemas mais econômicos para transportar material a granel, devido a sua alta capacidade de carga, facilidade em carregar, descarregar e, também, na sua manutenção. Para a escolha do tipo de correia é necessário levar em conta:

- Condições de serviço;
- ambiente agressivo, temperatura;
- Características do material – granulometria, temperatura, abrasividade, agressividade, vazão horária;
- Tempo do percurso da correia;
- Largura da correia;
- Inclinação dos roletes – secção abaulada ou plana.
- Tensão máxima exigida da correia;
- Temperatura do material – os materiais podem estar à temperatura ambiente ou sob altas temperaturas;

Polias de acionamento são utilizadas nas correias transportadoras para transmissão de potência, podem ser classificadas como polia acionadora ou acionada. Como polia acionadora transmite o torque do motor e como polia acionada serve para o retorno da correia. São igualmente responsáveis pelo alinhamento e estiramento das correias transportadoras. As polias de acionamento apresentam algumas características importantes, tais como o diâmetro do tambor que quanto maior, maior será a vida da correia, pois, sofrerá menor esforço de flexão. O comprimento do tambor está em função da largura da correia.

Eixos são elementos de máquinas que têm função de suporte de outros componentes mecânicos. Os eixos árvores, além de terem a função de suporte, transmitem potência. Mancais são elementos de máquinas que têm como função assegurar ao eixo sua flutuação em uma camada de lubrificante, protegendo contra partículas abrasivas que possam danificá-lo. Os mancais se dividem em dois tipos: os de deslizamento, também chamados de buchas e os de rolamentos.

Roletes são elementos de sustentação da correia, constituídos por rolos cilíndricos e suportes. Além de suportar a correia, são responsáveis por guiá-las. Os roletes são fabricados nos mais diversos materiais: tubos de aço, tubos de ferro fundidos ou tubos de plásticos de engenharia.

Motores elétricos são máquinas que tem a finalidade de transformar energia elétrica em energia mecânica.

Redutores são equipamento mecânicos responsáveis pela redução de velocidade de um acionador promovendo o aumento do torque onde temos que quanto maior for a relação de redução maior será o torque disponível na saída do redutor (CNI, 2009).



## METODOLOGIA

Nesse estudo os cálculos são considerados conforme a normas internacionais como DIN 22101 para transportadoras com rolos de apoio, ISO 5048, ISO 3870, ISO 5293 e ISO 3684.

## SELEÇÃO DOS ACIONAMENTOS

No dimensionamento de acionamentos, busca-se a melhor relação entre potência e eficiência energética. Motores com capacidade para acionar a carga exigida com eficiência para obter a melhor condição econômica.

Para a escolha correta do acionamento, deve-se considerar alguns critérios técnicos e econômicos.

- Potência necessária para acionar a carga;
- Velocidade requerida;
- Regulagens requeridas pelo acionamento;
- Condições de serviço;
- Condições de manutenção.

O consumo de energia do sistema de correias longas e horizontais em condições de operação estacionária se determina através da resistência ao movimento da seção carregada da correia e da seção da correia no trecho de retorno. Esta resistência consiste na resistência de rolamento dos roletes que suportam a correia, além da resistência a flexão do material a granel e da correia quando estão rodando pelos roletes de carga.

A energia requerida para superar estas resistências se determinada através de uma quantidade de propriedades operativas e estruturais características. Em comparação com as demais resistências, para superar as diferenças de altura se requer muita energia. Neste caso, a elevação das massas a distintos níveis é o que determina principalmente a quantidade de energia requerida, pelo que não é possível afetar a correia. As resistências ao movimento são todas as forças que atuam sobre a correia na direção de transporte e que devem ser superadas durante a operação da correia

Segundo SEW (2007) para determinar as forças de resistência ao movimento e as potências resultantes, as forças que se apresentam na correia transportadora são classificadas em:

- Forças de resistência principais  $F_H$ ;
- Forças de resistência secundárias  $F_N$ ;
- Forças de resistência ao aclave  $F_{st}$ ;

- Forças de resistência especiais  $F_s$ ;

A força total ( $F_w$ ) das resistências ao movimento é dado pelo somatório das forças de resistências.

$$F_w = F_H + F_N + F_{St} + F_s \quad \text{Eq. 1}$$

A força de resistência principal  $F_H$  do lado superior e do lado inferior da correia podem ser consideradas iguais, pois seria uma consideração válida de acordo com a norma, porém para que se tenha um cálculo mais assertivo e assim selecionar um motor com uma potência o mais próximo possível da potência real necessária para o acionamento é recomendado o cálculo separado de cada uma das forças.

$$FH = L \cdot f \cdot g \cdot \left( \frac{mR}{L} + (mg' + ml') \cdot \cos\alpha \right) \quad \text{Eq. 2}$$

Onde:

$L$  = comprimento da correia transportadora em metros.

$f$  = coeficiente de atrito

$g$  = aceleração da gravidade = 9.8 m/s<sup>2</sup>

$m_R$  = massa total dos rolos em kg.

$m_L$  = carga máxima transportada em kg/m

$m_G$  = massa da correia em kg/m

$\alpha$  = aclive médio do percurso de transporte

As resistências secundárias são resistências relacionadas com a fricção e a inercia que ocorrem apenas em certas partes da correia transportadora, resistências essas como: no contato alimentador aos materiais a serem transportados, fricção entre os materiais a transportar e o chute de descarga, fricção dos raspadores das correias.

As resistências secundárias são independentes da longitude da correia e são constantes. Em casos onde existe distâncias centrais longas a influenciadas resistências secundárias diminui em relação as resistências primárias. O cálculo da força de resistência secundária deve-se considerar o coeficiente  $C$  soma total das resistências secundárias se leva em conta do coeficiente de atrito  $C$ .

$$FN = (C - 1) \cdot FH \quad \text{Eq. 3}$$

L[m]	<20	20	40	60	80	100	150	200	300
C	3	2,5	2,28	2,1	1,92	1,78	1,58	1,45	1,31
L[m]	400	500	600	700	800	900	1000	2000	>2000
C	1,25	1,2	1,17	1,14	1,12	1,1	1,09	1,06	1,05

Tabela 1 – Coeficiente de atrito C para forças de resistência secundárias em função do comprimento da correia transportadora.

Fonte: SEW (2007)

As Forças de resistência devido ao aclave ( $F_{st}$ ) da carga em correias transportadoras são calculadas com a seguinte formula:

$$F_{st} = L g m_L \text{ sen} \alpha \quad \text{Eq. 4}$$

Após o cálculo de todas as resistências deve-se considerar as resistências especiais são aquelas que não ocorrem em todas as correias transportadoras. Estas são em especial, a resistência vertical dos roletes, resistências de fricção ao exterior das estações de alimentação e resistências dos equipamentos utilizados para alimentar o material a granel ao exterior se isso ocorre no percurso do transporte.

## POTÊNCIA ESTÁTICA

Com os valores das forças de resistências podemos partir para o cálculo da potência necessária exigida do motor.

$$P_s = \frac{FW \cdot V}{n} \quad \text{Eq. 5}$$

Onde:

V = velocidade da correia.

n = rendimento.

## SELEÇÃO DO MOTOR

Com a determinação da potência exigida para acionamento do equipamento, então é possível selecionar o motor que atenda a capacidade exigida. A seleção do motor é realizada seguindo os critérios informados por cada fabricante. Após a seleção do motor pode-se então obter os valores:

Corrente nominal dada pelo fabricante deve ser multiplicada pelo fator 0,5 para tensão de 440V.

$$I_n = I_n(A) \cdot 0,5$$

Eq. 6

Onde:

$I_n$ : corrente nominal

$I_n(A)$ : corrente nominal dada pelo fabricante.

0,5: fator para tensão 440V.

Momento de inercia ( $J_x$ ):

$$J_x = J_{x1} + J_{x2}$$

Eq.7

Onde:

$J_{x1}$ : Momento de inercia para peso do material.

$J_{x2}$ : Momento de inercia para inercia da massa do material.

$$J_{x1} = 91,2 \cdot m \cdot \left( \frac{V}{nM} \right)^2$$

Eq.7

$$J_{x2} = \frac{1}{2} \cdot mR \cdot (rA^2 + rf^2)$$

Eq.8

Onde:

$nM$  = rotação nominal do motor;

$nR$  = rotação reduzida;

$mR$  = peso dos rolos de acionamento;

$rA$  = raio do rolo de acionamento;

$rf$  = raio do eixo do rolo de acionamento;

$$nR = \frac{v \cdot 1000 \cdot 60}{\pi \cdot rA}$$

Eq.9

Torque nominal ( $M_n$ ):

$$M_n = \frac{Ps \cdot 9550}{nM}$$

Eq.10

Torque de aceleração ( $M_H$ ):

$$M_H = 2,3 \cdot M_n$$

Eq.11

Tempo de partida ( $t_A$ ):

$$tA = \frac{\left(JM + Jz + \frac{Jx}{n}\right) \cdot nM}{9,55 \cdot \left(MH - \frac{Ms}{n}\right)} \quad \text{Eq.12}$$

Aceleração na partida ( $a_A$ ):

$$aA = \frac{v}{tA} \quad \text{Eq.13}$$

## SELEÇÃO DO REDUTOR:

Com os dados do motor definidos é possível selecionar um redutor adequado para trabalhar em conjunto com o motor escolhido. A seleção do redutor por sua vez inicia pela determinação do fator de serviço ( $F_s$ ) que varia de acordo com as condições trabalho

FATOR DE SERVIÇO	
Carga pequena (<150kW)	1,3
Carga Moderada(>150kW)	1,6
Carga Pesada (Laminadores)	2

Tabela 2 – Valores fator de serviço

Fonte: SEW (2007)

Os transportadores de correia, apesar de seu grande porte, geralmente se enquadra nas máquinas fator de serviço de 1,3. Com isso pode-se calcular a potência equivalente ( $P_e$ ) exigida para o reduto, dada pela equação 14.

$$P_e = P_s \cdot F_s \quad \text{Eq.14}$$

Onde:

$P_s$ : Potência do motor selecionado.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Estudo de caso:

Define um caso geral de transportador de correia, comumente encontrado em empresas de mineração, para transporte de minérios em longas distâncias.

Para facilitar os cálculos realizados, foi elaborado um programa que leva em consideração todos os parâmetros anteriormente citados. No programa primeiro são inseridos os dados da estrutura física do equipamento:

INSERIR DADOS	
L = comprimento desenvolvido da correia	1188 m
L1 = comprimento superior da correia na horizontal	603,3813 m
L2 = comprimento superior da correia em aclave	39,743 m
L3 = comprimento inferior da correia na horizontal	577,579 m
L4 = comprimento inferior da correia em aclave	10 m
g = aceleração da gravidade	9,81 m/s <sup>2</sup>
α = aclave médio do percurso	15 graus
v = velocidade da correia	2,82735 m/s
Capacidade Nominal de alimentação =	693,5 t/h

  

Coeficientes de Atrito:	
C = Coeficiente de atrito para forças secundárias =	1,09
f = coeficiente de atrito entre correia e roletes =	0,02

Figura 1 – Caixa para inserir dados estruturais na Plataforma do programa de cálculo de acionamento de transportadores de correia

Na sequência serão inseridos os valores da correia de material polimérico de alta resistência selecionado de fabricantes.

INSERIR DADOS	
Largura =	1 m
Peso da cobertura superior =	11,91 kg/m <sup>2</sup>
Peso da cobertura inferior =	7,14 kg/m <sup>2</sup>
Peso da carcaça =	6,7 kg/m <sup>2</sup>

  

RESULTADOS	
Peso da Correia por metro =	25,75 kg/m
Peso total da Correia =	30,591 TONELADAS

Figura 2 - Caixa para inserir dados da correia na Plataforma do programa de cálculo de acionamento de transportadores de correia

Posterior a selecionar os dados da correia serão inseridos todos os



componentes de suporte da correia como roletes e tambores. Os roletes no estudo de caso em questão foram separados em horizontal e em aclave, devido alguns roletes estarem posicionado em uma região de subida do transportador de correia.

Roletes da Correia (horizontal)			
Denominação	Peso Unitário (kg)	Quantidade	Peso total
ROLETE DE TRANSIÇÃO	71	2	142
ROLETE DE CARGA	57,199	452	25853,948
ROLETE DE IMPACTO	61,75	8	494
ROLETE A.ALINHANTE CARGA	101,789	19	1933,991
ROLETE DE RETORNO EM "V	49,70247934	121	6014
ROLETE DE RETORNO PLANO	58	4	232
ROLETE A.ALINHANTE RETORNO	102,8888889	18	1852
ROLETE MÓVEL	240,6666667	3	722,0000001
ROLETE PROT. ESTR. P/LONGARIN	13,5	34	459
ROLETE PROT. ESTR. P/TRELIÇA	13,5	2	27
ROLETE GUIA	16	2	32
TAMBOR	250	2	500

  

Roletes da Correia (em aclave)			
Denominação	Peso Unitário (kg)	Quantidade	Peso total
ROLETE DE TRANSIÇÃO	71	1	71
ROLETE DE CARGA	57,199	32	1830,368
ROLETE DE IMPACTO	37,5	1	37,5
ROLETE A.ALINHANTE CARGA	101,789	1	101,789
ROLETE DE RETORNO EM "V	49,702	1	49,702
ROLETE DE RETORNO PLANO	58	1	58
ROLETE A.ALINHANTE RETORNO	30,8	0	0
ROLETE MÓVEL	33	0	0
ROLETE PROT. ESTR. P/LONGARIN	13,5	0	0
ROLETE PROT. ESTR. P/TRELIÇA	13,5	0	0
ROLETE GUIA	16	2	32
TAMBOR	250	3	750

Figura 3 - Caixa para inserir quantidade e peso dos componentes de suporte da correia

Por fim o programa irá copilar os dados informados calcular as forças conforme relatado anteriormente e retornará com os valores de potência exigidos para o motor e para o redutor. Dessa forma, deve-se selecionar um motor de algum fabricante de motores elétrico que atenda a potência exigida, considerando o fator de rendimento e o fator de serviço informado pelo fabricante.

POTÊNCIA MINÍMA EXIGIDA DO MOTOR:	
POTÊNCIA EM kw =	<b>126,238</b> kw
POTÊNCIA EM HP =	<b>169,288</b> hp
POTÊNCIA EM CV =	<b>171,636</b> cv

Figura 4- Dados de potência do motor calculado pelo programa

POTÊNCIA MINÍMA EXIGIDA DO REDUTOR:		
POTÊNCIA EM Kw	164,11	kW
POTÊNCIA EM HP	220,07	hp
POTÊNCIA EM CV	223,13	cv

Figura 5 - Dados de potência do redutor calculado pelo programa

## CONCLUSÕES

O trabalho em questão proporcionou de forma teórica e prática o dimensionamento mínimo exigido de um sistema de acionamento de um transportador de correia de grande porte. Com capacidade de transporte de minério de 693,5 toneladas por hora na capacidade. A metodologia utilizada atendeu assertivamente a potência exigida com segurança para o estudo de caso em questão, servido como referência para projetos similares.

O programa elaborado para realização do trabalho, proporcionou maior agilidade e redução da probabilidade de cometer erro nos cálculos. Podendo ser utilizado facilmente para diversos cálculos simultaneamente em outros estudos de caso.

## REFERÊNCIAS

CNI – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. Máquinas De Transporte 2. Correias Transportadoras, 2009.

BUDYNAS, R.; NISBETT, K.. Shigley's Mechanical Engineering Design. Ed. Mcgraw-hill, 2015. ISBN 978-0073398204

GERMAN STANDARD. DIN22101:2011-12 Continuous conveyors –Belt conveyors for loose bulk materials –Basis for calculation and dimensioning, 2012.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO5048: Continuous mechanical handling equipment -- Belt conveyors with carrying idlers, Calculation of operating power and tensile forces, 1989.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO3870: Conveyor belts (fabric carcass), with length between pulley centres up to 300 m, for loose bulk materials. Adjustment of take-up device, 1976.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO5293: Conveyor belts -- Determination of minimum transition distance on three idler rollers, 2004.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO3684: Conveyor belts --

Determination of minimum pulley diameters, 1990

NORTON, ROBERT L. Projeto de Máquinas 4ª ed. Porto Alegre. Ed. Bookman, 2013. ISBN 978-8-582-60022-1.

SEW EURODRIVE. Manual de Seleção de Acionamentos: Métodos de Cálculo e Exemplos, 2007.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

AIT 1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 11

Alumina 97, 98, 99, 101, 102, 103, 105, 107, 108, 109, 110, 111, 112

Áreas Degradadas 190, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198

### B

Biocompatible Polymers 135

Biodegradáveis 114, 115

Biodiesel 97, 98, 99, 100, 101, 104, 110, 111, 112

### C

Camada fértil do solo 190, 194

CanSat 39, 40, 43, 44, 45

Catalisadores Impregnados 98, 105, 106, 108

Cerâmica 102, 174, 175, 176, 177, 178, 188, 189

Controle de qualidade 174, 177, 178, 184, 188

### D

Democracia energética 47, 51, 52

Desenvolvimento 15, 47, 52, 53, 54, 55, 56, 58, 60, 61, 63, 64, 67, 75, 98, 102, 111, 112, 114, 120, 122, 152, 164, 178, 190, 191, 192, 193, 194, 196, 197, 236

### E

Embalagens 114, 115, 122

Engenharia baseada em conhecimento 31

Engenharia Biomédica 68, 70, 72, 74

Engenharia de Sistema 39

Espectroscopia de bioimpedância elétrica 77, 78, 81, 83, 88, 93

Estradas 190, 200

### F

ferramentas da qualidade 152, 153, 156, 162

Filmes 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122

Flambagem 13, 15, 18, 20, 21, 24, 27, 28

Fonte de corrente Howland 77, 89

Fonte não linear 77

## G

Gestões estratégicas 152

## I

Inspetores Eletrônicos 162, 163, 168, 169, 171, 172, 173

## K

KAOS 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67

## M

Modeling 30, 32, 34, 35, 36, 37, 44, 60, 61, 64, 66, 67, 111, 135, 136, 139

## N

NASTRAN 13, 15, 16, 19, 20, 21, 22, 25, 26, 27, 28, 29

## O

Olaria 174, 175, 182, 183, 184, 185, 186, 187

Ontologia 30, 31

Otimização 13, 15, 16, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 28, 29, 91, 94, 162

## P

PDCA 153, 154, 155, 158, 159, 162, 163, 164, 166, 173

Planejamento 55, 67, 114, 116, 117, 118, 152, 153, 155, 158, 164, 177, 178

Polymeric Films 134, 135

Processos 1, 63, 69, 102, 105, 117, 120, 157, 158, 160, 162, 163, 164, 165, 173, 178, 190, 192, 193, 196, 209

Projeto 1, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 25, 61, 62, 70, 71, 74, 103, 152, 156, 177, 191, 192, 207, 208, 209, 219, 235

Prontidão 1

## R

Reaproveitamento 190, 192, 194, 195, 196

Rede de Petri 60, 64

Requisitos 1, 39, 60, 61, 62, 63, 65, 67, 68, 70, 74, 75, 79, 90, 178, 179, 188, 189

Rodovias 190, 191, 194

## S

Saúde 53, 68, 70, 71, 74, 75

Sistemas Complexos 31, 38, 60, 62  
Sistemas de satélite 30, 31  
Sistemas Embarcados 60, 61, 63, 64, 65, 67  
Stakeholders 1, 2, 3, 4, 5, 8, 11, 12, 39, 40, 41, 43, 44, 45  
SysML 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67

## T

Tecnologia 37, 38, 47, 48, 49, 50, 56, 58, 68, 69, 74, 128, 134, 174, 175, 189, 190, 208, 236  
Tecnologia hidrocínética 47, 48, 49, 56  
Tissue engineering 135, 144, 145  
Topsoil 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198  
transição energética 47, 55, 58  
Transição energética 48  
Transport phenomena 134, 135



 **Atena**  
Editora

**2 0 2 0**