



Ernane Rosa Martins  
(ORGANIZADOR)

# Ciência, tecnologia e inovação:

3

Fatores de progresso e de desenvolvimento



Ernane Rosa Martins  
(ORGANIZADOR)

# Ciência, tecnologia e inovação:

3

Fatores de progresso e de desenvolvimento

**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2021 Os autores

Copyright da edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. 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.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

**Conselho Editorial**

**Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Profª Drª Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa

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. Arnaldo Oliveira Souza Júnior – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo  
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá  
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros  
Prof. Dr. Humberto Costa – Universidade Federal do Paraná  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador  
Prof. Dr. José Luis Montesillo-Cedillo – Universidad Autónoma del Estado de México  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas  
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Miguel Rodrigues Netto – Universidade do Estado de Mato Grosso  
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador  
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Católica do Salvador  
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**Correção:** Yaidy Paola Martinez  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizador:** Ernane Rosa Martins

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

C569 Ciência, tecnologia e inovação: fatores de progresso e de desenvolvimento 3 / Organizador Ernane Rosa Martins. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-750-2

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.502210612>

1. Ciência. 2. Tecnologia. 3. Inovação. I. Martins, Ernane Rosa (Organizador). II. Título.

CDD 601

**Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166**

**Atena Editora**

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

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

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

## DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access, desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

## APRESENTAÇÃO

A nossa sociedade está em constante evolução em todas as áreas do conhecimento. Esta obra pretende apresentar o panorama atual relacionado a ciência, a tecnologia e a inovação, com foco nos fatores de progresso e de desenvolvimento. Apresentando análises extremamente relevantes sobre questões atuais, por meio de seus capítulos.








Estes capítulos abordam aspectos importantes, tais como: avaliar a influência do uso de jogos lúdicos no aprendizado da tabela periódica em aulas de química; um relato de experiência sobre um processo seletivo, formação e posterior contratação de desenvolvedores de softwares para uma empresa do ramo da tecnologia; o desenvolvimento de empresas de base científica e tecnológica por meio de suporte individualizado e transferência de conhecimento; uma reflexão sobre o campo educacional e suas inquietações e adaptabilidades frente a crescente digitalização condicionada, assim como as consequências educacionais em período atípico de pandemia do novo corona vírus pelo mundo; a implementação de clubes de robótica e automação, na forma de ação extensionista em estabelecimentos de ensino, como modalidade de produto educacional; a coleta de dados de imóveis pelo Poder Público, através do método de automatização chamado de web crawler; a avaliação da influência da estrutura bruta de solidificação (grãos equiaxiais e colunares) nos processos posteriores de conformação plástica e respectivos tratamentos térmicos; analisar como o uso de jogos eletrônicos pode ser aliado ao ensino da Matemática para o desenvolvimento de uma aprendizagem efetiva e contínua; o estudo da influência da topografia na molhabilidade de superfícies tratadas a plasma; um modelo conceitual de projeto integrador (PI) para engenharias EaD no modelo híbrido de uma IES de SC; uma série de etapas propostas para facilitar a criação e o voo de um enxame de drones, fornecendo assim um guia para o desenvolvimento de diferentes tipos de enxames; e uma proposta de integração de dois manipuladores robóticos devido suas versatilidades em se adequarem a diversas situações em relação a outras máquinas.

Nesse sentido, esta obra é uma coletânea, composta por excelentes trabalhos de extrema relevância, apresentando estudos sobre experimentos e vivências de seus autores, o que pode vir a proporcionar aos leitores uma oportunidade significativa de análises e discussões científicas. Assim, desejamos a cada autor, nossos mais sinceros agradecimentos pela enorme contribuição. E aos leitores, desejamos uma leitura proveitosa e repleta de boas reflexões.

Ernane Rosa Martins



## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
A BUSCA PELA TERCEIRIZAÇÃO EM P&D, O CASO DO CETENE NO NORDESTE DO BRASIL	
Amilcar Baiardi	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.5022106121">https://doi.org/10.22533/at.ed.5022106121</a>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>36</b>
APLICAÇÃO DE JOGOS LÚDICOS PARA MELHOR COMPREENSÃO DA TABELA PERIÓDICA	
Luís César Rodrigues da Silva	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.5022106122">https://doi.org/10.22533/at.ed.5022106122</a>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>47</b>
APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS EM PROCESSOS DE FORMAÇÃO NA ÁREA TECNOLÓGICA	
Rafael Aguilár Magalhães	
Angelita Minetto Araújo	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.5022106123">https://doi.org/10.22533/at.ed.5022106123</a>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>56</b>
AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM PRÁTICA PEDAGÓGICA SEGUNDO VYGOTSKY	
Dianne Fabhrícia Meireles Ferreira	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.5022106124">https://doi.org/10.22533/at.ed.5022106124</a>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>64</b>
BLOOMBTECH - FLORESCENDO INCUBADORAS E INCUBADAS EM MINAS GERAIS	
Ana Carolina Calçado Lopes Martins	
Artur Tavares Vilas Boas Ribeiro	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.5022106125">https://doi.org/10.22533/at.ed.5022106125</a>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>69</b>
CIBRIDISMO E APRENDIZAGEM UBÍQUA: A UTILIZAÇÃO DO INSTAGRAM COMO FERRAMENTA EDUCACIONAL NO ENSINO ACADÊMICO	
Yubis Pereira Martins	
Célia Regina Rossi	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.5022106126">https://doi.org/10.22533/at.ed.5022106126</a>	
<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>79</b>
CLUBES DE ROBÓTICA E AUTOMAÇÃO: UMA PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO	
Clodogil Fabiano Ribeiro dos Santos	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.5022106127">https://doi.org/10.22533/at.ed.5022106127</a>	

**CAPÍTULO 8..... 86**

**COLETA DE DADOS DE IMÓVEIS DE FORMA AUTOMATIZADA PARA FINS DE POLÍTICAS PÚBLICAS**


Caroline Bernardo Silva  
Eduardo Schmidt Longo  
Everton da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5022106128>

**CAPÍTULO 9..... 95**

**COMPARATIVO DE PRODUCTOS PARA LA ELABORACIÓN DE CARTAS GEOTÉCNICAS Y MAPAS DE VULNERABILIDAD**


Clayson Marlei Figueiredo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5022106129>

**CAPÍTULO 10..... 103**

**CRIAÇÃO E VALIDAÇÃO DE TECNOLOGIA CUIDATIVO-EDUCACIONAL PARA PREVENÇÃO DE GEO-HELMINTÍASES ENTRE RIBEIRINHOS DA AMAZÔNIA PARÁ-BRASIL**


Horácio Pires Medeiros  
Ana Paula da Silva Barbosa  
Francisca Maynara de Aguiar Bastos  
João Paulo Lima da Silva  
Kaliandra Moraes de Araújo  
Lucas Deyver da Paixão Lima  
Thayse Kelly da Silva Martino

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.50221061210>

**CAPÍTULO 11..... 117**

**DIGITALIZAÇÃO DO QUITUTES MIRABAL EM PARCERIA COM O PROJETO E.LAS DA ENACTUS UFRGS DURANTE A PANDEMIA DE COVID-19**


Sérgiane Mara Campos Pereira  
Laura Koenig Schmitt  
Hellena Silva Leão






 <https://doi.org/10.22533/at.ed.50221061211>

**CAPÍTULO 12..... 123**

**ESTADO FUNCIONAL DO PACIENTE APÓS ALTA IMEDIATA DA UNIDADE DE TERAPIA INTENSIVA**

Karolina Duarte Junqueira  
Matheus Carvalho Pereira Santiago  
Aline Alves da Silva  
Yago da Costa  
Ana Cláudia Antônio Maranhão Sá


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.50221061212>

<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>131</b>
ESTUDO DO PROCESSO DE DEFORMAÇÃO E RECRISTALIZAÇÃO DE UMA LIGA DE AL 4,5% CU	
Bruna Gobbi Garcia	
Mirian de Lourdes Noronha Motta Melo	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.50221061213">https://doi.org/10.22533/at.ed.50221061213</a>	
<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>145</b>
EXPERIMENTO COM JOGOS ELETRÔNICOS NO 7º ANO DO FUNDAMENTAL II DA ESCOLA DUQUE DE CAXIAS	
Leandro dos Santos Almeida	
Annelise Maymone	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.50221061214">https://doi.org/10.22533/at.ed.50221061214</a>	
<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>163</b>
INFLUÊNCIA DA TOPOGRAFIA NA MOLHABILIDADE EM SUPERFÍCIES DE TITÂNIO TRATADAS POR OXIDAÇÃO A PLASMA	
Custódio Leopoldino de Brito Guerra Neto	
Marco Aurélio Medeiros da Silva	
Bruno de Macedo Almeida	
Ângelo Roncalli Oliveira Guerra	
Ana Beatriz Villar Medeiros	
Renivânia Pereira da Silva	
Tereza Beatriz Oliveira Assunção	
Clodomiro Alves Junior	
Karina e Silva Pereira	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.50221061215">https://doi.org/10.22533/at.ed.50221061215</a>	
<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>178</b>
INTRODUÇÃO AO FUNCIONAMENTO DE CARROS ELÉTRICOS: UMA REVISÃO	
Sheilla Caroline de Lima	
Artur Saturnino Rodrigues	
Victor Augusto Nascimento Magalhães	
Izaldir Ângelo Pereira Lopes	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.50221061216">https://doi.org/10.22533/at.ed.50221061216</a>	
<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>196</b>
JOGOS DIGITAIS PARA O ENSINO E A APRENDIZAGEM DE ZOOLOGIA	
Luciana de Lima	
Robson Carlos Loureiro	
Igor Moura Barbosa	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.50221061217">https://doi.org/10.22533/at.ed.50221061217</a>	
<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>209</b>
PROPOSTA DE UM MODELO CONCEITUAL DE PROJETO INTEGRADOR PARA	

## ENGENHARIAS EAD DO MODELO HÍBRIDO

Jean Marcelo Dias

Ana Carolina Braga Kodum

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.50221061218>

### **CAPÍTULO 19..... 224**

#### PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA ELABORACIÓN DE UN ENJAMBRE DE DRONES

Carlos Alberto Guizar Gómez

José Luis Guevara Gómez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.50221061219>

### **CAPÍTULO 20..... 236**

#### QUALIDADE DE VIDA DE CRIANÇAS USUÁRIAS DE IMPLANTE COCLEAR


Patricia Haas

Fernanda Soares Aurélio Patatt

Laura Faustino Gonçalves

Karina Mary de Paiva

Beatriz Vitorio Ymai Rosendo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.50221061220>

### **CAPÍTULO 21..... 256**

#### QUALIFICAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DA SOLDAGEM DOS AÇOS AUSTENÍTICOS PARA OS INTERNOS DE REATORES NUCLEARES

Ademir Antonio Fraga Ribeiro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.50221061221>

### **CAPÍTULO 22..... 269**

#### REVOLUCIÓN DIGITAL DEL BIG DATA Y MINERÍA DE DATOS: SU IMPACTO SOCIAL

Wendy Daniel Martínez

Luis Alejandro Santana Valadez


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.50221061222>

### **CAPÍTULO 23..... 280**

#### UMA REFLEXÃO SOBRE A EVOLUÇÃO DO SISTEMA NACIONAL DE INOVAÇÃO BRASILEIRO NOS ÚLTIMOS VINTE ANOS

Cássia Viviani Silva Santiago

Nayara Gonçalves Lauriano

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.50221061223>

### **CAPÍTULO 24..... 294**


#### USO DA ROBÓTICA COOPERATIVA PARA A MANUFATURA ADITIVA METÁLICA EM PROCESSOS DE SOLDAGEM A ARCO ELÉTRICO

Fagner Guilherme Ferreira Coelho

Alexandre Queiroz Bracarense

Eduardo José Lima II

Diego Raimundi Corradi  
Ariel Rodrigues Arias

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.50221061224>

<b>SOBRE O ORGANIZADOR.....</b>	<b>307</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO.....</b>	<b>308</b>

## INTRODUÇÃO AO FUNCIONAMENTO DE CARROS ELÉTRICOS: UMA REVISÃO

Data de aceite: 01/12/2021

Data de submissão: 19/10/2021

### **Sheilla Caroline de Lima**

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Instituto de Ciência e Tecnologia  
Diamantina – MG  
<http://lattes.cnpq.br/8691799936452404>

### **Artur Saturnino Rodrigues**

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Instituto de Ciência e Tecnologia  
Diamantina – MG  
<http://lattes.cnpq.br/9909221262743848>

### **Víctor Augusto Nascimento Magalhães**

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Instituto de Ciência e Tecnologia  
Diamantina – MG  
<http://lattes.cnpq.br/2303964403648765>

### **Izaldir Ângelo Pereira Lopes**

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Instituto de Ciência e Tecnologia  
Diamantina – MG  
<http://lattes.cnpq.br/7752848871113185>

**RESUMO:** A inserção de carros elétricos no mercado automotivo mundial é crescente. O maior custo de aquisição e a menor autonomia da tração elétrica, em comparação a tração a combustão interna, ainda são os principais fatores

que restringem o comércio deste tipo de veículo. Diante disso, para auxiliar a área automotiva no desenvolvimento de tecnologias que promovam a melhor performance e o barateamento de carros elétricos, realizou-se esta revisão de literatura. Neste texto, estão descritos o funcionamento e as principais tecnologias de motores elétricos, regeneração de energia, baterias e sistemas de gerenciamento térmico. Na seção de motores elétricos, está explanado sobre o motor de indução e o motor síncrono de ímã permanente. Na seção de regeneração de energia é explicada a frenagem regenerativa. No subcapítulo de bateria são descritos os armazenamentos de energia. Ademais, é apresentado o sistema de gerenciamento térmico por ar forçado e por líquido de baterias. Desta forma, verificou-se que os motores síncronos de ímã permanente são mais eficientes que os motores de indução. Ainda, averiguou-se que as baterias de íons-lítio é o sistema de armazenamento de energia mais utilizado em carros elétricos. Ademais, certificou-se que o sistema de gerenciamento térmico com líquido é mais eficiente que aquele por ar forçado.

**PALAVRAS-CHAVE:** Carro elétrico. Eletromobilidade. Indústria Automotiva. Sustentabilidade.

### INTRODUCTION TO THE OPERATION OF ELECTRIC CARS: A REVIEW

**ABSTRACT:** The insertion of electric cars in the global automotive market is growing. The higher acquisition cost and the lower autonomy of electric traction, compared to internal combustion traction, are still the main factors that restrict the trade of this type of vehicle. Therefore, to help the

automotive area in the development of technologies that promote better performance and cheaper electric cars, this literature review was carried out. This text describes the operation and main technologies of electric motors, energy regeneration, batteries and thermal management systems. In the section on electric motors, it is explained about the induction motor and the permanent magnet synchronous motor. In the energy regeneration section, regenerative braking is explained. In the battery subchapter, energy stores are described. Furthermore, the forced air and battery liquid thermal management system is presented. Thus, it was found that permanent magnet synchronous motors are more efficient than induction motors. Still, it was found that lithium-ion batteries are the most used energy storage system in electric cars. Furthermore, it was certified that the thermal management system with liquid is more efficient than the one with forced air.

**KEYWORDS:** Automotive industry. Electric car. Electromobility. Sustainability.

## 1 | INTRODUÇÃO

No cenário atual da indústria automotiva, tem-se uma competição entre o comércio de automóveis a combustão interna e automóveis elétricos. Por um lado, tem-se a tração a combustão interna consolidada e, por outro, a tração elétrica frente às tecnologias em desenvolvimento. O maior custo de aquisição e a menor autonomia da tração elétrica, em comparação a tração a combustão interna, ainda são os principais fatores que restringem o comércio deste tipo de veículo.

Conforme o Ministério da Infraestrutura (2021), até 2020, o Brasil continha 109.773.263 veículos. Desses, tinha-se a seguinte quantidade de veículos híbridos: 13.729 gasolina/álcool/elétrico e 29.030 gasolina/elétrico (MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA, 2021). Ao passo que, tinha-se a seguinte quantidade de veículos elétricos: 5.932 elétricos/fonte externa e 6.938 elétricos/fonte interna (MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA, 2021).

Este trabalho apresenta uma revisão de literatura que acrescentará no âmbito científico no que diz respeito às tecnologias de carros elétricos. Desta forma, este material poderá servir de apoio para aprendizagem do funcionamento destes veículos. Assim, possibilitará estudiosos da área automotiva um conhecimento geral sobre este tema.

A elaboração deste texto foi feita baseada na pesquisa exploratória documental, através da coleta de dados em diferentes fontes, tais como artigos científicos e livros, fazendo comparações desses meios utilizados, para se obter veracidade de informações. Assim, será apresentado neste trabalho o conteúdo básico para o entendimento sobre o funcionamento de carros elétricos.

## 2 | PRINCÍPIOS DE FUNCIONAMENTO

Entre as tecnologias utilizadas em veículos elétricos estão: motores elétricos, frenagem regenerativa, baterias e sistema de gerenciamento térmico. O princípio de funcionamento de tais componentes está explanado neste capítulo.

## 2.1 Características do Motor

Para compreender melhor o conceito de motores elétricos, deve-se conhecer primeiramente a definição de máquinas elétricas. Essas, por sua vez, são determinadas como aparelhos que realizam conversão eletromecânica de energia (KOSOW, 1919; SEIXAS; FERNANDES, 2012) e podem ser subdivididas em duas categorias: geradores elétricos e motores elétricos. Os geradores elétricos convertem energia mecânica em elétrica, enquanto os motores elétricos convertem energia elétrica em mecânica (KOSOW, 1919; CHAPMAN, 2013). Nesta seção, serão explanados os motores elétricos devido a sua aplicação em tração de veículos.

Atualmente, o motor elétrico mais empregado em carros elétricos e híbridos é o motor CA síncrono de ímã permanente (MSIP). Esse motor apresenta melhor resposta quanto a alterações do torque de carga e de alterações de velocidade, se comparado ao motor CA de indução (MI) (LANA; FERREIRA; TOFOLI, 2015). Enquanto, a aplicação do MI em veículos elétricos e híbridos está reduzindo à medida que o MSIP é empregado no mercado automotivo.

Segundo Zhu e Howe (2007) os motores elétricos projetados para automóveis apresentam comportamentos conforme a Figura 1. Entretanto, os valores de torque/potência para cada velocidade variam entre os diferentes sistemas de motores.

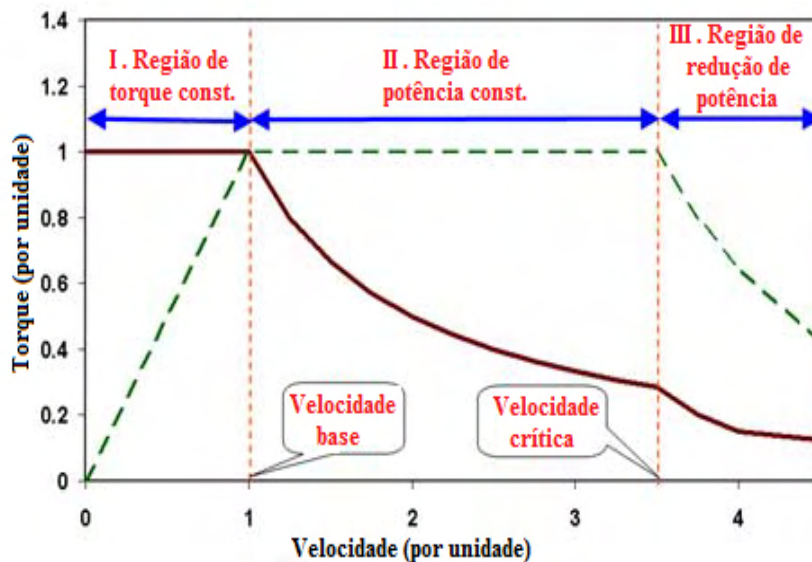


Figura 1 – Características Ideais de Torque / Potência para Motores Elétricos

Fonte: ZHU; HOWE, 2007. Adaptado.

No primeiro estágio, à medida que se eleva a velocidade, tem-se um aumento



da tensão e, conseqüentemente, o aumento da potência; e um torque que permanece constante, proveniente do fluxo magnético constante (MONTEIRO; MOTTA, 2015). Deve-se destacar nesta etapa, que o aumento da tensão é realizado comumente pelo inversor de frequência em motores CA (MONTEIRO; MOTTA, 2015). Em seguida se atinge uma condição ideal, onde há máximo torque e máxima potência, denominada de velocidade base (PATIL; DHAMAL, 2019).

No estágio dois, denominado de região de enfraquecimento de campo, à medida que se eleva a velocidade, tem-se uma potência que permanece constante, proveniente da tensão ter atingido seu valor nominal, e um torque que decresce hiperbolicamente, devido o fluxo magnético diminuir hiperbolicamente (FRANCHI, 2008; MONTEIRO; MOTTA, 2015). Nesta etapa, a atenuação do torque ocorre devido às restrições de tensão e de corrente do inversor de frequência (ZHU; HOWE, 2007; XU et al., 2009).

No estágio três é alcançada a velocidade crítica, onde a potência e o torque atenuam de forma irregular. Esta redução de potência e torque é consequência do crescimento de uma energia que se opõe à corrente principal atuante neste circuito, denominada de “força contraeletromotriz” (ZHU; HOWE, 2007; XU et al., 2009). Essa, por sua vez, acentua sua amplitude em altas rotações.

### 2.1.1 Motores de Indução (MI)

Estes tipos de máquinas (Figura 2) apresentam dois principais componentes: o estator (elemento estático) e o rotor (elemento rotativo). Este último, por sua vez, pode apresentar formato em gaiola de esquilo ou bobinado (FREITAS, 2012; ALIASAND; JOSH, 2020). Segundo Freitas (2012), devido à presença de coletores com escova no rotor bobinado, que requer manutenção e eleva o custo, os motores com rotores de gaiola de esquilo são mais empregados.

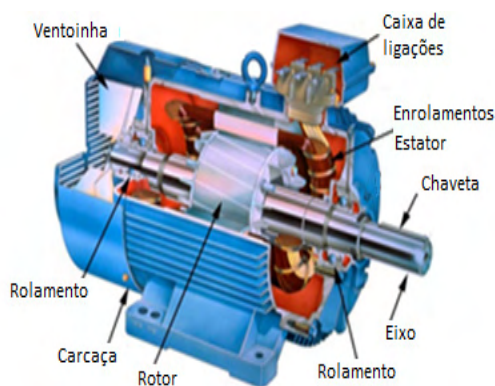


Figura 2 – Componentes do Motor de Indução

Fonte: LUGLI et al., 2015.

De acordo com Hashermnia e Asae (2008), fatores como o baixo fator de potência, a origem do torque de ruptura na região de potência constante (ZERAOULIA; BENBOUZID; DIALLO, 2006), a redução do desempenho a altas rotações e o elevado consumo de potência reativa durante a etapa de queda de tensão (VEGA, 2005) são características que comprometem a eficiência do MI.

Ainda conforme Hashermnia e Asae (2008), uma das causas do MI exibir menor eficiência que os MSIP, é devido a passagem de corrente elétrica no rotor. Nesse, ocorre à perda por efeito Joule, isto é, a conversão de energia elétrica em energia térmica (YAMACHITA, 2013). Enquanto, as perdas por efeito Joule no estator ocorrem tanto no MI quanto no MSIP.

No estator ainda ocorrem às perdas por correntes de Foucault e histerese magnética (PIRES, 2008; YAMACHITA, 2013). A primeira é causada devido ao campo magnético variável, que gera uma corrente induzida em um condutor (laminações do estator) (YAMACHITA, 2013). Enquanto, a segunda, está relacionada à perda de magnetização mediante um campo magnético variável. Conforme Yamachita (2013) tais perdas são desprezíveis no rotor do MI.

Entretanto, os MI apresentam vantagens como, por exemplo, baixo custo, construção simples, robustez, ausência de manutenção (MORAES, 2012; SILVA, 2013; SANTOS, 2015), alta confiabilidade (PATIL; DHAMAL, 2019) e boa eficiência em reduzido intervalo de velocidades (SANTOS, 2015), que fazem com que sejam empregados em veículos elétricos. Ainda, atualmente são estudadas técnicas como o emprego de inversores duplos e o uso de MI duplamente alimentados, visando à melhoria do desempenho destes motores em veículos comerciais (HASHERMNIA; ASAE, 2008).

### *2.1.2 Motores Síncronos de Ímã Permanente (MSIP)*

Entre os principais componentes do MSIP estão o estator e o rotor. Conforme Siguimoto (2008) a maioria dos motores desta categoria contém o ímã permanente no rotor e o enrolamento no estator.

Siguimoto (2008) e Ribeiro e Prado (2015) acrescentam que os MSIP podem apresentar dois tipos de estruturas: rotor com ímã permanente externo ou rotor com ímã permanente interno. No primeiro, o ímã permanente é fixado na superfície do rotor (SIGUIMOTO, 2008; PINHEIRO, 2013; RIBEIRO; PRADO, 2015). Enquanto no último, o ímã permanente é embutido no rotor (SIGUIMOTO, 2008; PINHEIRO, 2013; RIBEIRO; PRADO, 2015). A Figura 3 exibe um MSIP com ímã permanente externo.

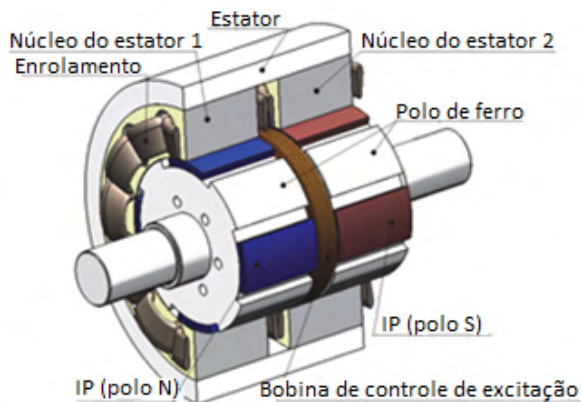


Figura 3 – Componentes do Motor de Ímã Permanente

Fonte: MAY et al., 2012. Adaptado.

De acordo com Santiago et al. (2012), entre as vantagens de MSIP está à indução de campos magnéticos elevados no entreferro (região entre o rotor e o estator) sem produzir uma corrente de excitação. Essa, no entanto, é produzida no MI. Desta forma, sabendo-se que as correntes de excitação equivalem cerca da metade das perdas que ocorrem por efeito Joule, há menores perdas por dissipação de calor em MSIP, em comparação, aos MI (SANTIAGO et al., 2012).

Outro agente responsável pelo alto rendimento desta máquina é o ímã permanente. Esse apresenta alta eficiência, grande densidade de energia, elevado desempenho (ZHANG et al., 2012) e, também, ocupa uma área menor que o rotor dos MI, resultando em máquinas com menores dimensões (SANTOS, 2015).

Em contrapartida, os ímãs permanentes têm a desvantagem de desmagnetização quando expostos à alta temperatura (“Selection of Motors for Electric Vehicle Propulsion”, s.d.), elevada corrente elétrica no estator e campo magnético forte (SANTOS, 2015). Logo, deve-se ter a precaução quanto à velocidade de trabalho de MSIP (RIBEIRO; PRADO, 2015).

Apesar de tal problema relacionado ao ímã permanente, o maior controle e produtividade obtidos com os MSIP, em comparação aos MI (PATIL; DHAMAL, 2019), faz com que sejam os motores mais empregados para tração de veículos elétricos.

## 2.2 Regeneração de Energia

A regeneração de energia é empregada em veículos para aumentar sua autonomia. Entre as técnicas de regeneração de energia estão: a suspensão regenerativa e a frenagem regenerativa.

A primeira é um sistema onde é aproveitada a energia cinética perdida com a absorção de impacto da suspensão. Entretanto, a suspensão regenerativa é uma tecnologia

recente e com poucas informações a respeito (DOMINGOS; MAKIYAMA, 2015).

A segunda é um sistema utilizado para aproveitar a energia dissipada durante a frenagem (BHURSE; BHOLE, 2018). Esta tecnologia foi vista pela primeira vez em 2009 na competição de automobilismo Fórmula 1 (DOMINGOS; MAKIYAMA, 2015), sendo hoje empregada na maioria dos veículos elétricos e híbridos. Por isso, nesta seção será explanado sobre o princípio de funcionamento da frenagem regenerativa.

Na frenagem regenerativa, a rotação das rodas é direcionada ao eixo da máquina elétrica que atuará como um gerador (Figura 4). Esse, através de uma unidade eletrônica, proporciona a resistência necessária do rotor para a redução de velocidade requerida (BENES, 2014; SHARMA; SINGH; FAHIM, 2016). Posteriormente, a energia fornecida pelo gerador poderá ser armazenada em dispositivos como, por exemplo, baterias e supercapacitores (SHARMA; SINGH; FAHIM, 2016).

O funcionamento descrito pode ser observado com o auxílio do diagrama de blocos do sistema de propulsão elétrica elaborado por Paredes (2013) e apresentado na Figura 4, referente à operação da frenagem regenerativa em veículos elétricos. Podem ser considerados como eletrônica de potência: conversor CC/CC, conversor CC/CA, PWM (*Pulse-Width Modulation*), *Resonant Soft-Switching* (HUSAIN; ISLAM, 1999; LUNDMARK et al., 2013). Já o controlador eletrônico é composto por circuitos de interface, sensores e processador (PAREDES, 2013).

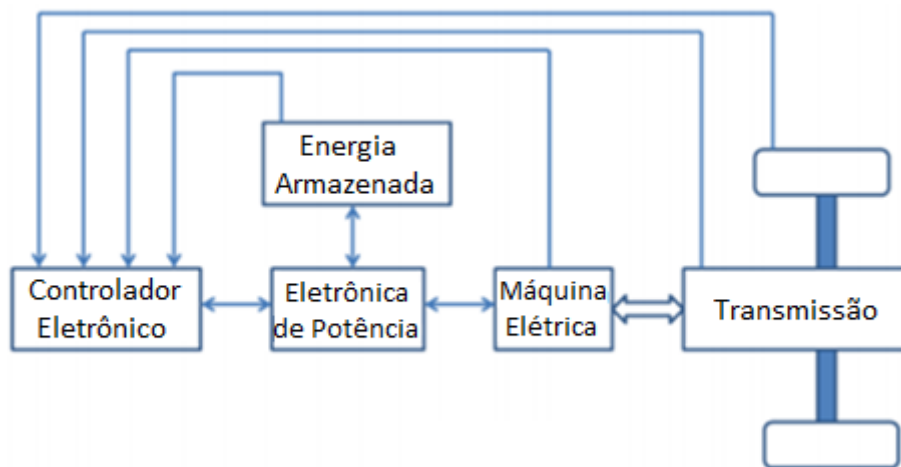


Figura 4 – Diagrama de Blocos do Sistema de Propulsão Elétrica

Fonte: PAREDES, 2013. Adaptado.

A frenagem regenerativa apresenta a vantagem de oferecer ao veículo maior autonomia de condução, em cerca de 16,25% (KUO-KAI, s.d., apud BHURSE; BHOLE, 2018), maior controle sobre a frenagem e menor desgaste das lonas e discos de freio do

freio mecânico (ABHALE; NIGAM, 2015). Entretanto, a frenagem regenerativa é ineficiente em baixas velocidades e em frenagem de emergência, fazendo com que nessas condições seja acionado o freio mecânico (PAREDES, 2013). Outras condições em que é solicitada a travagem convencional, é quando o valor de corrente não é suportável pelo conversor de energia (PAREDES; POMILIO; MASTELARI, 2012) e quando há uma temperatura elevada na bateria (VAROCKY, 2011). Assim, o freio mecânico trabalha juntamente com o freio regenerativo (VAROCKY, 2011; PAREDES; POMILIO; MASTELARI, 2012).

A eficiência da frenagem mecânica equivale cerca de 20% (SHARMA; SINGH; FAHIM, 2016) a 30% (ROCHA; ALBERTON; OLIVEIRA, 2014), onde 80% (SHARMA; SINGH; FAHIM, 2016) a 70% (ROCHA; ALBERTON; OLIVEIRA, 2014) são dissipadas em forma de calor. Em um automóvel com o sistema de frenagem regenerativa, há regeneração de mais da metade de energia que seria perdida em forma de calor (ROCHA; ALBERTON; OLIVEIRA, 2014). Enquanto, em veículos a motor de combustão interna, em altas velocidades, a frenagem regenerativa contribui para economia de combustível em até 20% (SHARMA; SINGH; FAHIM, 2016).

Entretanto, Santiago et al. (2012) acrescentam que apesar da frenagem regenerativa aumentar a eficiência do veículo, este mecanismo reduz a vida útil da bateria. Isto, porque durante a recuperação de energia, gera-se períodos de recarga com alta corrente (KEIL; JOSSEN, 2015).

## 2.3 Baterias

As baterias são componentes fundamentais em veículos elétricos e híbridos, atuando como armazenadores de energia e, por conseguinte, garantindo a autonomia destas máquinas.

As baterias químicas são compostas por um conjunto de acumuladores elétricos como, por exemplo, pilhas. Estes acumuladores elétricos são utilizados para transformar energia química em energia elétrica, através da reação entre um eletrodo positivo e um eletrodo negativo imersos em um eletrólito (REVOREDO, 2007; BAKKER, 2010).

Na bateria, os acumuladores e os módulos podem apresentar ligações em série, paralelo ou série-paralelo. Com uma conexão em série se tem um aumento de tensão terminal, mantendo a capacidade do sistema; ao passo que com uma conexão em paralelo há o aumento da capacidade do sistema, mantendo a tensão terminal (SANTOS; MATSUMOTO, 2010; CHEN et al., 2017). No entanto, para um conjunto de ligações em série pode ocorrer a não equalização da tensão durante o carregamento, devido à variação da resistência interna e, ainda, a perda das propriedades químicas dos acumuladores (PEREIRA, 2016).

A bateria atual é uma das principais responsáveis pelo elevado custo de veículos elétricos. Este cenário faz com que se tenha uma busca por um sistema eletrônico mais eficiente e por baterias com materiais mais acessíveis. Entretanto, a composição destes

materiais deve resultar em um alto desempenho, pouca massa e tamanho reduzido para se obter baterias com características desejadas.

As baterias aplicadas em veículos devem exibir elevada densidade de potência e elevada densidade de energia. A primeira pode ser definida como a quantidade de energia fornecida em um intervalo de tempo por unidade de volume, e a última é a capacidade de armazenamento de energia (CANIS, 2013; RODRIGUES, 2017). Entretanto, normalmente há uma combinação onde se tem uma maior densidade de potência para uma menor densidade de energia e vice-versa (CANIS, 2013). Na Figura 5 é apresentada uma relação entre a densidade de energia gravimétrica (Wh/kg) e a densidade de potência (W/kg) dos sistemas de armazenamento de energia.

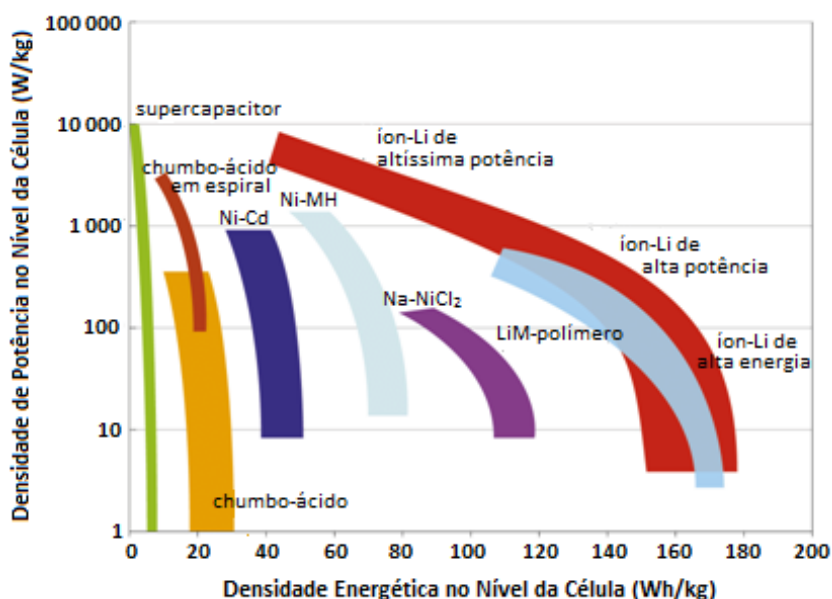


Figura 5 – Densidade de Energia Gravimétrica e Densidade de Potência dos Sistemas de Armazenamento de Energia

Fonte: FREITAS, 2015 apud RODRIGUES, 2017.

Entre os componentes da Figura 5, pode-se destacar as baterias de íons-Li. Essas, por sua vez, são as baterias mais empregadas em veículos elétricos e híbridos, devido apresentarem baixo custo de manutenção, não exibirem efeito memória, terem menor autodescarga que as baterias à base de níquel (MACHADO, 2015), apresentarem energia específica duas vezes maior que as baterias NI-MH e o uso de lítio faz com que as baterias tenham alta potência, elevada densidade energia gravimétrica (120-250 Wh/kg), elevada densidade de energia volumétrica (~ 600 Wh/L) (MACHADO, 2015; ICLODEAN et al., 2017; AZEVEDO, 2018; VIDYANANDAN, 2019).

No entanto, as baterias de íons-Li exibem problemas de aquecimento resultando em risco de incêndio e explosão (FREITAS, 2012). Isto, devido ao lítio ser inflamável ao reagir com o ar e ser explosivo ao interagir com a água (FREITAS, 2012). Desta forma, o sistema de gerenciamento da bateria e o sistema de refrigeração são tecnologias utilizadas, também, para se evitar tais acidentes (IMBASCIATI, 2012).

Conforme Ruiz e Di Persio (2018) as baterias da categoria íons-Li mais empregadas em veículos elétricos e híbridos são aquelas com eletrodos positivos de NMC ( $\text{LiNiMnCoO}_2$ ), NMC-LMO ( $\text{LiNiMnCoO}_2\text{-LiMn}_2\text{O}_4$ ), NCA ( $\text{LiNiCoAlO}_2$ ) e LFP ( $\text{LiFePO}_4$ ). Sendo que, as baterias de NMC e NMC-LMO são as mais utilizadas pelos *Original Equipment Manufacturers* (OEM) BMW, General Motors, Toyota, Mitsubishi, Daimler, Renault, Nissan (RUIZ; PERSIO, 2018). Enquanto, as baterias NCA são utilizadas pela Tesla e as baterias de LFP por OEM chineses (RUIZ; PERSIO, 2018).

## 2.4 Sistema de Gerenciamento Térmico

Como descrito, as baterias a base de lítio são as baterias mais usadas em veículos elétricos e híbridos, porém, em altas temperaturas, podem resultar em desastres. Desta forma, estas baterias são acopladas a um sistema de gerenciamento térmico que é responsável pelo controle de temperatura. Este controle de temperatura, por sua vez, faz com que se mantenha a segurança, o desempenho e a vida útil das baterias (KIZILEL et al., 2009; LI; ZHU, 2014).

Conforme Li e Zhu (2014), para o sistema de gerenciamento térmico da bateria operacionalizar com bom desempenho, este sistema deve apresentar as seguintes funções básicas: a refrigeração, para retirar o calor gerado pelas células da bateria; o aquecimento, para não ocorrer perda de calor quando a bateria é exposta a ambientes de baixas temperaturas; o isolamento, para reduzir a variação de temperatura da bateria devido a temperatura ambiente; e a ventilação, para remover os gases perigosos da bateria.

Estas funções básicas são fundamentais para se obter um controle de temperatura adequado. Os controles de temperatura tradicionais são realizados através do sistema de ar forçado e do sistema líquido. O primeiro ainda é empregado nos veículos híbridos Toyota Prius e Honda Insight, enquanto o sistema líquido indireto é utilizado no veículo híbrido Chevrolet Volt e no veículo elétrico Tesla Model S (CHEN et al., 2015).

### 2.4.1 Refrigeração e Aquecimento por Ar Forçado

Na refrigeração/aquecimento por ar forçado a transferência de calor ocorre por meio de um ar que é impulsionado pelo motor para os acumuladores/módulos da bateria (BUFALO; GONELLI; BAUMGARTNER, 2017). Conforme Ye, Rubel e Li (2019), este mecanismo pode atender a condições comuns de operação da bateria. Já em condições em que o veículo elétrico muda de velocidade constantemente ou está em alta velocidade (que a bateria descarrega a um índice elevado) o sistema de ar sozinho não atende à

demanda (ZOLOT et al., 2001; KELLY, 2002 apud YE; RUBEL; LI, 2019). Entretanto, em veículos híbridos paralelos este sistema de ar pode ser adequado (CHEN et al., 2015).

Para compreender melhor o funcionamento do controle de temperatura por ar forçado, considere a Figura 6 que, por sua vez, apresenta dois tipos de classificação: sistema passivo e sistema ativo (SÖKMEN; ÇAVUŞ, 2017; CHIDAMBARANATHAN et al., 2020). No primeiro, a admissão de ar é direta da atmosfera ou da cabine (LEDO, 2014; JAGUEMONT; MIERLO, 2020). Conforme Sökmen e Çavuş (2017), no sistema passivo, o ar ambiente deve estar entre 10°C – 35°C, fora dessa condição, são necessários componentes ativos como evaporadores, resfriadores de motor e aquecedores (PESARAN; 2001 apud SÖKMEN; ÇAVUŞ, 2017). Enquanto, no segundo, a temperatura do ar de entrada é alterada (LEDO, 2014; JAGUEMONT; MIERLO, 2020).

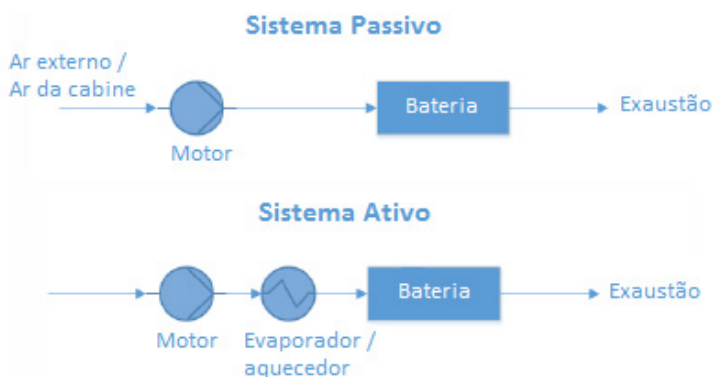


Figura 6 – Sistema de Ar Forçado Passivo e Ativo

Fonte: LI; ZHU, 2014. Adaptado.

Li e Zhu (2014) descrevem que em certos processos é utilizado um sistema para recuperar o calor do ar de exaustão (Figura 7). Este sistema gera maior economia e, ainda, pode impedir que o ar de exaustão seja misturado com o ar de admissão (LI; ZHU, 2014).



Figura 7 – Sistema de Ar Forçado com Recuperação de Calor

Fonte: LI; ZHU, 2014. Adaptado.



Rao e Wang (2011) e Bandhauer, Garimella e Fuller (2011) acrescentam que no sistema com ar forçado se tem a desvantagem de apresentar uma distribuição não uniforme de temperatura na bateria, quando exposta a condições onde se têm círculos de direção agressivos e a altas temperaturas operacionais (apud CHEN et al., 2015).

### 2.4.2 Refrigeração e Aquecimento com Líquido

Em comparação a refrigeração/aquecimento por ar, a refrigeração/aquecimento com líquido exibe maior desempenho (LEDO, 2014; LI; ZHU, 2014; JAGUEMONT; MIERLO, 2020). Isto, devido ao líquido ter maior condutibilidade térmica que o ar (LEDO, 2014). Entretanto, este sistema tem a desvantagem de apresentar alto custo, mecanismo complexo e suscetibilidade a vazamento dos fluidos (LI; ZHU, 2014).

A transferência de calor em um sistema líquido ocorre através do contato de um líquido com os módulos da bateria. Este contato, por sua vez, pode ser direto, onde se tem um líquido dielétrico em contato direto com a superfície do módulo; ou indireto, onde um líquido condutor está em uma tubulação, placa de resfriamento ou camisa (LI; ZHU, 2014; SÖKMEN; ÇAVUŞ, 2017; JAGUEMONT; MIERLO, 2020).

Em contato direto, normalmente, tem-se um arranjo onde os módulos da bateria estão submergidos em um líquido à base de silicone ou óleo mineral (LEDO, 2014; LI; ZHU, 2014). Enquanto, em contato indireto, se podem ter arranjos como, por exemplo, um envoltório no módulo da bateria, uma tubulação em forma de serpentina em torno dos módulos ou dos acumuladores, placas de refrigeração/aquecimento onde são fixados os módulos da bateria (LEDO, 2014; PESARAN, 2001 apud LI; ZHU, 2014).

Ainda, o sistema líquido pode ser classificado em sistema passivo e sistema ativo. No primeiro, não há um mecanismo para aquecimento, apenas para refrigeração (LI; ZHU, 2014). Onde, na refrigeração é utilizada uma bomba para circulação de um fluido que irá absorver o calor da bateria e, posteriormente, o calor do fluido será dissipado por meio de um radiador (Figura 8) (LI; ZHU, 2014).

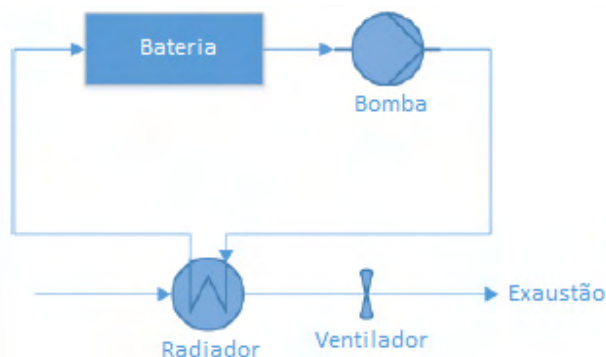


Figura 8 – Sistema Líquido Passivo

Fonte: LI; ZHU, 2014. Adaptado.

No sistema ativo se têm dois circuitos: o circuito primário, que exibe um mecanismo equivalente ao sistema líquido passivo, mas difere quanto ao dissipador de calor; e o circuito secundário, que é um circuito do ar condicionado (Figura 9) (LI; ZHU, 2014). Se neste processo um aquecimento for requerido, a válvula de quatro vias é acionada e o trocador de calor superior atuará como condensador e o inferior como evaporador (LI; ZHU, 2014).

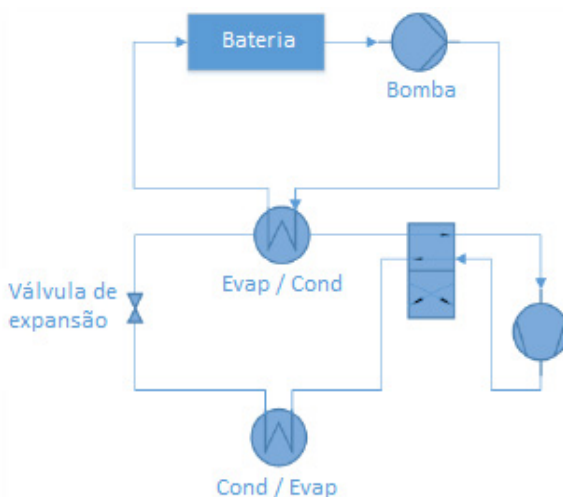


Figura 9 – Sistema Líquido Ativo

Fonte: LI; ZHU, 2014. Adaptado.

### 3 | CONCLUSÃO

Diante a proposta de apresentar uma revisão de literatura sobre carros elétricos, foi realizada uma pesquisa de revisão de literatura sobre o tema, para produzir o conteúdo exibido. Neste trabalho, é explanado sobre o cenário automotivo atual, é explicado o funcionamento dos principais componentes presentes em veículos elétricos e é realizada uma análise geral sobre as tecnologias mais promissoras.

O objetivo que se pretendia atingir, era o de fazer com que este texto fosse uma fonte de pesquisa básica para aqueles que desejam começar os estudos sobre a eletromobilidade. Este objetivo foi alcançado ao descrever um documento que apresentou seções que informam predominantemente sobre os componentes do carro elétrico e o seu funcionamento.

Com este trabalho, verificou-se que os motores elétricos mais utilizados são os motores de indução e os motores de ímã permanente. Ainda, constatou-se que o armazenamento de energia, com tecnologia desenvolvida, mais adequado para veículos é a bateria de íons-lítio. Ao passo que, analisou-se que o gerenciamento térmico com líquido é mais eficiente que o gerenciamento térmico a ar.

A realização deste trabalho pode ser considerada como o princípio de um estudo sobre o mecanismo de carros elétricos, que pode ser desenvolvido com um estudo mais aprofundado do assunto. Na nova análise do tema, sugere-se estudos específicos sobre motores elétricos, baterias, sistemas de gerenciamento térmico e sistemas eletrônicos de carros elétricos. Outra abordagem que se pode realizar com as informações deste texto, é a construção de um protótipo de um carro elétrico.

Em síntese, o presente trabalho, exibido em forma de revisão de literatura, é voltado para tecnologias existentes em carros elétricos. Em seu conteúdo há explicações que permitem conhecer conceitos que contribuem para o entendimento de alunos na formação acadêmica, por se tratar de um assunto vigente nos cursos de mecânica. Logo, o escrito torna-se útil para estudantes da área, justificando a produção do texto.

## REFERÊNCIAS

ABHALE, Y.; NIGAM, P. Review on Regenerative Braking Methodology in Electric Vehicle. **International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering**, v. 4, n. 7, p. 6380–6386, 2015. Disponível em: <[https://www.ijareeie.com/upload/2015/july/83\\_25\\_Review.pdf](https://www.ijareeie.com/upload/2015/july/83_25_Review.pdf)>.

ALIASAND, A. E.; JOSH, F. T. Selection of Motor for an Electric Vehicle: A Review. **Materials Today: Proceedings**, v. 12, p. 1804–1815, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.03.605>>.

AZEVEDO, M. H. **Carros Elétricos: Viabilidade Econômica e Ambiental de Inserção Competitiva no Mercado Brasileiro**. 2018. Universidade Federal de Ouro Preto, 2018. Disponível em: <[https://www.monografias.ufop.br/bitstream/35400000/1579/6/MONOGRAFIA\\_CarrosElétricosViabilidade.pdf](https://www.monografias.ufop.br/bitstream/35400000/1579/6/MONOGRAFIA_CarrosElétricosViabilidade.pdf)>.

BAKKER, D. **Battery Electric Vehicles**. 2010. Universiteit Utrecht, 2010. Disponível em: <[http://www.emic-bg.org/files/files/Battery\\_Electric\\_Vehicles.pdf](http://www.emic-bg.org/files/files/Battery_Electric_Vehicles.pdf)>.

BENES, M. M. **Frenagem Regenerativa do Motor de Indução do Veículo Maglev-Cobra**. 2014. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10012513.pdf>>.

BHURSE, S. S.; BHOLE, A. A. A Review of Regenerative Braking in Electric Vehicles. **7th IEEE International Conference on Computation of Power, Energy, Information and Communication**, p. 363–367, 2018.

BUFALO, L. A.; GONELLI, G. M.; BAUMGARTNER, L. F. Gerenciamento Térmico da Bateria em Veículos Elétricos: O Sistema Líquido Combinado. v. 4, 2017. Disponível em: <<https://www.proceedings.blucher.com.br/download-pdf/291/26560>>.

CANIS, B. Battery Manufacturing for Hybrid and Electric Vehicles: Policy Issues. **Congressional Research Service**, p. 34, 2013. Disponível em: <<https://fas.org/sgp/crs/misc/R41709.pdf>>.

CHAPMAN, S. J. **Fundamentos de Máquinas Elétricas**. 5ª ed. Porto Alegre: AMGH Editora Ltda, 2013.

CHEN, D. et al. Comparison of Different Cooling Methods for Lithium Ion Battery Cells. **Applied Thermal Engineering**, v. 94, p. 846–854, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2015.10.015>>.

CHEN, Z. et al. Battery Pack Grouping and Capacity Improvement for Electric Vehicles Based on a Genetic Algorithm. **Energies**, v. 10, p. 15, 2017.

CHIDAMBARANATHAN, B. et al. A review on Thermal Issues in Li-Ion Battery and Recent Advancements in Battery Thermal Management System. **Materials Today: Proceedings**, 2020.

DOMINGOS, P. A.; MAKIYAMA, R. **Sistemas de Recuperação de Energia**. 2015. Faculdade Tecnológica de Santo André, 2015. Disponível em: <<http://fatecsantoandre.edu.br/arquivos/TCC344.pdf>>.

FREITAS, C. N. **Projeto e Análise ao Funcionamento de Carros Elétricos**. 2012. Universidade do Minho, 2012. Disponível em: <[https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/22557/1/Tese\\_VF\\_a52762\\_Pdf.pdf](https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/22557/1/Tese_VF_a52762_Pdf.pdf)>.

HASHERMNIA, N.; ASAEI, B. Comparative Study of Using Different Electric. **International Conference on Electrical Machines**, n. c, p. 5, 2008.

HUSAIN, I.; ISLAM, M. S. Design, Modeling and Simulation of an Electric Vehicle System. **SAE Technical Papers**, p. 12, 1999.

ICLODEAN, C. et al. Comparison of Different Battery Types for Electric Vehicles. **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, 2017.

IMBASCATI, H. **Estudo Descritivo dos Sistemas, Subsistemas e Componentes de Veículos Elétricos e Híbridos**. 2012. Instituto Mauá de Tecnologia, 2012. Disponível em: <<https://maua.br/files/monografias/estudo-descritivo-dos-sistemas-subsistemas-e-componentes-de-veiculos-eletricos-e-hibridos.pdf>>.

JAGUEMONT, J.; MIERLO, J. Van. A Comprehensive Review of Future Thermal Management Systems for Battery-Electrified Vehicles. **Journal of Energy Storage**, v. 31, p. 23, 2020.

KEIL, P.; JOSSEN, A. Aging of Lithium-Ion Batteries in Electric Vehicles: Impact of Regenerative Braking. **World Electric Vehicle Journal**, v. 7, n. 1, p. 11, 2015.

KIZILEL, R. et al. An Alternative Cooling System to Enhance the Safety of Li-Ion Battery Packs. **Journal of Power Sources**, v. 194, n. 2, p. 1105–1112, 2009.

KOSOW, I. L. **Máquinas Elétricas e Transformadores**. 4ª ed. Porto Alegre: Editora Globo, 1919.

LANA, G.; FERREIRA, A.; TOFOLI, F. Estudo Comparativo do Motor de Indução Trifásico e Motor Síncrono de Ímã Permanente no Acionamento de Veículos Elétricos. **International Conference on Engineering and Computer Education**, v. 8, n. March, p. 165–168, 2015.

LEDO, D. B. M. **Powertrain de um Veículo Elétrico – Estudo Térmico da Bateria e Projeto Mecânico**. 2014. Universidade do Porto, 2014. Disponível em: <<https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/90246/2/31751.pdf>>. Acesso em: 29 jan. 2021.

LI, J.; ZHU, Z. **Battery Thermal Management Systems of Electric Vehicles**. 2014. Chalmers University of Technology, 2014.

LUGLI, A. B. et al. Controle Vetorial e Escalar para Motores de Indução Trifásicos. **II Seminário de Automação Industrial e Sistemas Eletro-Eletrônicos – SAISEE**, p. 8, 2015. Disponível em: <<http://www.inatel.br/biblioteca/todo-docman/pos-seminarios/seminario-de-automacao-industrial-e-sistemas-eletero-eletronicos/ii-saisee/9394-control-e-vetorial-e-escalar-para-motores-de-inducao-trifasicos/file>>.

LUNDMARK, S. T. et al. Vehicle Components and Configurations. **Grid-Connected Integrated Battery Chargers in Vehicle Applications: Review and New Solution**. *IEEE Trans on Industrial Electronics*, v. 60, p. 22–32, 2013.

MACHADO, F. F. **Análise das Políticas Públicas para a Inclusão do Automóvel Elétrico no Brasil**. 2015. Universidade de São Paulo, 2015. Disponível em: <<http://www.iee.usp.br/sites/default/files/FelipeFerrazMachado.pdf>>.

MAY, H. et al. Comparative Research of Different Structures of a Permanent-Magnet Excited Synchronous Machine for Electric Vehicles. *Przeegląd Elektrotechniczny*, v. 88, n. 12a, p. 53–55, 2012.

MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA. **Frota de Veículos - 2020**. Disponível em: <<http://infraestrutura.gov.br/relatorios-estatisticos/115-portal-denatran/9484-frota-de-veiculos-2020.html>>. Acesso em: 27 mar. 2020.

MONTEIRO, B. C. R.; MOTTA, L. P. **Frenagem Regenerativa**. 2015. Universidade de Brasília, 2015. Disponível em: <[http://bdm.unb.br/bitstream/10483/14667/1/2015\\_BrunoCarlosMonteiro\\_LucasMotta\\_tcc.pdf](http://bdm.unb.br/bitstream/10483/14667/1/2015_BrunoCarlosMonteiro_LucasMotta_tcc.pdf)>.

MORAES, T. J. S. **Levantamento de Curvas Características de um Motor de Indução com Enrolamento Dahlander**. 2012. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10005107.pdf>>.

PAREDES, M. G. S. **Frenagem Regenerativa em Veículo Elétrico Acionado por Motor de Indução: Estudo, Simulação e Verificação Experimental**. 2013. Universidade Estadual de Campinas, 2013. Disponível em: <[http://repositorio.unicamp.br/jspui/bitstream/REPOSIP/259304/1/PerezParedes\\_MarinaGabrielaSadith\\_M.pdf](http://repositorio.unicamp.br/jspui/bitstream/REPOSIP/259304/1/PerezParedes_MarinaGabrielaSadith_M.pdf)>.

PAREDES, M. G. S. P.; POMILIO, J. A.; MASTELARI, N. Modelagem de Frenagem Regenerativa em Veículo Elétrico. *Revista Ciência e Tecnologia*, v. 15, n. 27, p. 15–21, 2012. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/9622/91e4503e40f3dfa3a13a8f2f68a87089ce2c.pdf>>.

PATIL, M. S.; DHAMAL, S. S. A Detailed Motor Selection for Electric Vehicle Traction System. **Proceedings of the 3rd International Conference on I-SMAC (IoT in Social, Mobile, Analytics and Cloud) (I-SMAC 2019)**, p. 679–684, 2019.

PEREIRA, T. Q. **Desenvolvimento de um Sistema de Monitoramento Remoto Microcontrolado para Análise da Performance de Bancos de Baterias**. 2016. Universidade Federal de Santa Catarina, 2016. Disponível em: <[https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/164556/TCC\\_FINAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/164556/TCC_FINAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y)>.

PINHEIRO, M. de L. **Acionamento de Motor Síncrono de Ímãs Permanentes em Embarcações com Sistema de Propulsão Elétrica**. 2013. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <<http://pee.ufrj.br/teses/textocompleto/2013032101.pdf>>.

PIRES, W. L. **Estudo do Comportamento das Perdas no Ferro em Motores de Indução Alimentados por Conversores de Frequência**. 2008. Universidade Federal de Santa Catarina, 2008. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/92068/256744.pdf?sequence=1>>.

REVOREDO, T. C. **Modelagem e Gerenciamento de Potência de um Veículo Elétrico Híbrido de Célula a Combustível**. 2007. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <<http://pee.ufrj.br/teses/textocompleto/2007031601.pdf>>.

RIBEIRO, D. S.; PRADO, C. C. Motores de Imãs Permanentes. p. 6, 2015. Disponível em: <[https://www.academia.edu/19151259/Motores\\_de\\_Imãs\\_Permanentes\\_-\\_TCC\\_Inatel\\_-\\_Dhiego\\_dos\\_Santos\\_Ribeiro](https://www.academia.edu/19151259/Motores_de_Imãs_Permanentes_-_TCC_Inatel_-_Dhiego_dos_Santos_Ribeiro)>.

ROCHA, B. P.; ALBERTON, H. B.; OLIVEIRA, L. B. Frenagem regenerativa. p. 5, 2014. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/projenergia3/projetos/trabalhos-2014/trabalhos-2014-2/GRUPOB.pdf>>.

RODRIGUES, J. C. B. **Dimensionamento do Sistema de Tração para Veículos Elétricos - Tração Dianteira In-Wheel**. 2017. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2017. Disponível em: <[http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/7645/1/PG\\_COELE\\_2017\\_1\\_10.pdf](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/7645/1/PG_COELE_2017_1_10.pdf)>.

RUIZ, V.; PERSIO, F. Standards for the Performance and Durability Assessment of Electric Vehicle Batteries - Possible Performance Criteria for an Ecodesign Regulation. p. 68, 2018.

SANTIAGO, J. et al. Electrical Motor Drivelines in Commercial All-Electric Vehicles: A Review. **IEEE Transactions on Vehicular Technology**, v. 61, n. 2, p. 475–484, 2012.

SANTOS, E. W.; MATSUMOTO, R. S. **DIBB – Dimensionador de Banco de Baterias**. 2010. Universidade Federal do Paraná, 2010. Disponível em: <<http://www.eletrica.ufpr.br/ufpr2/tccs/160.pdf>>.

SANTOS, O. W. P. **Comparação Entre Motor de Indução e Motor de Ímãs Permanentes**. 2015. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2015. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/134905/000988250.pdf?sequence=1>>.

SEIXAS, F. J. M.; FERNANDES, R. C. **Máquinas Elétricas II**. 2012. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, 2012. Disponível em: <[http://professorcesarcoستا.com.br/upload/imagens\\_upload/Apostila\\_Maquinas\\_Eletricas\\_UNESP.pdf](http://professorcesarcoستا.com.br/upload/imagens_upload/Apostila_Maquinas_Eletricas_UNESP.pdf)>.

Selection of Motors for Electric Vehicle Propulsion. In: [s.l.: s.n.] p. 14–39.

SHARMA, M. S.; SINGH, A. N.; FAHIM, R. Y. I A. J. I K. V. I M. Regenerative Braking System. **International Journal & Magazine of Engineering, Technology, Management and Research**, v. 3, n. 5, p. 257–264, 2016.

SIGUIMOTO, C. M. **Projeto e Análises de Motores Síncronos de Ímãs Permanentes Internos com Otimização do Torque**. 2008. Universidade Federal de Santa Catarina, 2008. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/91454/256626.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>.

SILVA, B. P. **Análise de Curto Circuito Interno em um Motor de Indução**. 2013. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10007263.pdf>>.

SÖKMEN, K. F.; ÇAVUŞ, M. Review of Batteries Thermal Problems and Thermal Management Systems. **Journal of Innovative Science and Engineering**, v. 1, n. November, p. 35–55, 2017.

VAROCKY, B. J. Benchmarking of Regenerative Braking for a Fully Electric Car. **D&C**, v. 2, p. 44, 2011.

VEGA, J. L. L. **Avaliação das Condições de Segurança de Tensão na Presença de Motores de Indução e Capacitores Chaveáveis**. 2005. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

VIDYANANDAN, K. V. Batteries for Electric Vehicles. **Energy Scan: A House e-Journal of Corporate Planning**, v. 1, 2019.

XU, W. et al. Survey on Electrical Machines in Electrical Vehicles. **International Conference on Applied Superconductivity and Electromagnetic Devices**, p. 167–170, 2009.

YAMACHITA, R. A. **Determinação de Perdas e Rendimento em Motores Elétricos Empregando Termografia Infravermelha**. 2013. Universidade Federal de Itajuba, 2013. Disponível em: <<https://repositorio.unifei.edu.br/jspui/handle/123456789/736>>. Acesso em: 26 jan. 2021.

YE, B.; RUBEL, M. R. H.; LI, H. Design and Optimization of Cooling Plate for Battery Module of an Electric Vehicle. **Applied Sciences (Switzerland)**, v. 9, n. 4, 2019.

ZERAOULIA, M.; BENBOUZID, M. E. H.; DIALLO, D. Electric Motor Drive Selection Issues for HEV Propulsion Systems: A Comparative Study. **IEEE Transactions on Vehicular Technology**, v. 55, n. 6, p. 1756–1764, 2006.

ZHANG, S. et al. Permanent Magnet Technology for Electric Motors in Automotive Applications. **2012 2nd International Electric Drives Production Conference, EDPC 2012 - Proceedings**, p. 11, 2012.

ZHU, Z. Q.; HOWE, D. Electrical Machines and Drives for Electric, Hybrid, and Fuel Cell Vehicles. **Proceedings of the IEEE**, v. 95, p. 746–765, 2007.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Alumínio-Cobre 131

Aplicação 8, 14, 19, 30, 34, 36, 38, 39, 46, 59, 81, 84, 121, 145, 146, 150, 156, 157, 158, 159, 180, 204, 209, 210, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 250, 267, 295, 304, 305

Aplicativos 145, 146, 147

Aprendizagem 36, 37, 38, 39, 40, 42, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 67, 69, 70, 71, 72, 74, 75, 77, 78, 80, 81, 82, 84, 114, 145, 146, 147, 148, 149, 161, 179, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 203, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 222, 244, 248, 249, 250

Arduino 79, 81, 83, 85, 296, 297

Atividades lúdicas 36, 39, 44, 46, 199

Atividades remotas 117

Audição 236, 237, 243, 245, 246, 247, 248, 249

Aulas práticas 36, 38, 45

Automação 49, 79, 80, 81, 82, 83, 85, 193, 296, 300, 305

Autônomo 8, 21, 47, 52, 53, 58, 224

Avaliação 5, 6, 18, 30, 35, 53, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 66, 81, 90, 103, 109, 111, 113, 115, 126, 127, 129, 131, 145, 150, 157, 158, 159, 170, 171, 195, 220, 221, 223, 236, 237, 239, 243, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 292

### B

Banco de dados 87, 88, 241, 299, 303, 307

Base tecnológica 6, 22, 64, 65

Big data 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279

Biomateriais 164, 165, 171

### C

Capacidade funcional 123, 124, 125, 126, 127, 129, 237

Capacitação 2, 47, 49, 50, 51, 66, 67, 146, 149, 156, 160, 213, 283

Carro elétrico 178, 190, 191

Cibercultura 69, 76, 78

Coleta de dados 41, 86, 90, 91, 92, 93, 145, 150, 179, 196, 201

Conhecimento 1, 2, 3, 5, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 24, 27, 29, 35, 38, 39, 42, 46, 48, 50, 51, 52, 53, 58, 59, 61, 64, 65, 66, 67, 68, 73, 74, 75, 76, 80, 81, 84, 86, 92, 107, 113, 121, 147, 148, 149, 157, 159, 161, 179, 196, 197, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 217,



220, 250, 290, 291

Contratação 21, 47, 48, 54, 285

Coronavírus 69, 70, 72, 74, 75

COVID-19 117, 118, 120, 212

## D

Desenvolvimento 1, 2, 3, 4, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 37, 38, 39, 40, 41, 46, 48, 49, 51, 52, 53, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 72, 74, 75, 76, 79, 80, 82, 83, 87, 88, 89, 94, 105, 117, 120, 145, 148, 151, 178, 179, 193, 196, 197, 198, 199, 201, 202, 203, 204, 206, 207, 212, 220, 224, 236, 237, 244, 249, 251, 256, 257, 267, 280, 281, 282, 283, 284, 289, 290, 291, 296, 297, 300, 302, 305, 306, 307

Dispositivo 10, 81, 82, 84, 165, 237

Docente 37, 39, 51, 52, 54, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 70, 71, 72, 74, 78, 103, 108, 160, 197, 199, 209, 218, 219

Drone 224

## E

Educação 15, 26, 36, 37, 45, 47, 49, 50, 51, 54, 55, 56, 59, 62, 69, 70, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 82, 83, 85, 103, 105, 107, 113, 114, 115, 122, 125, 129, 147, 149, 161, 198, 199, 200, 207, 208, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 222, 223, 246, 250, 284, 291, 307

Eletromobilidade 178, 190

Empreendedorismo social 117

Empresas 2, 3, 4, 5, 6, 10, 13, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 48, 50, 64, 65, 66, 67, 68, 95, 96, 99, 100, 101, 120, 197, 256, 270, 275, 277, 278, 280, 281, 282, 284, 285, 288, 289, 290, 291, 292

Ensino 15, 23, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 45, 46, 49, 50, 51, 52, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 63, 69, 70, 71, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 82, 83, 85, 103, 114, 115, 116, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 160, 161, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 221, 222, 223, 244

Ensino-aprendizagem 36, 37, 38, 39, 45, 50, 52, 54, 146, 148, 197, 198, 199

Enxame 224

Estado funcional 123, 124, 125, 126, 128, 129

Exclusão digital 117, 121, 122

## F

Formação 2, 7, 47, 48, 49, 50, 52, 53, 54, 59, 60, 62, 63, 72, 73, 74, 75, 77, 78, 80, 87, 94, 108, 109, 113, 132, 143, 149, 191, 208, 210, 212, 213, 215, 216, 217, 282, 283, 286, 292

Funcionalidade 123, 124, 125, 127, 128, 129, 237

## H

Híbrido 187, 194, 209, 211, 214, 215, 217, 218, 221, 222

## I

Implante 236, 237, 238, 242, 243, 248, 249, 252, 253

Incubadoras 23, 64, 65, 66, 67, 68

Independência funcional 123, 124, 125, 126, 127, 128

Indústria 6, 12, 20, 26, 30, 35, 74, 131, 132, 165, 178, 179, 282, 283, 289, 290, 291, 297

Inovação 1, 2, 3, 5, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 64, 65, 68, 71, 163, 208, 214, 216, 280, 281, 282, 283, 284, 289, 290, 291, 292, 293, 295, 307

Instagram 69, 70, 71, 74, 76, 77, 119, 122

Integrador 209, 211, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 223

## J

Jogos eletrônicos 145, 146, 147, 148, 150, 159, 160, 161, 207

Jogos lúdicos 36, 38, 39, 45, 46

## L

Laminação 131, 133, 134, 135, 136, 140, 143, 144

## M

Matemática 37, 45, 47, 49, 51, 55, 79, 80, 82, 83, 85, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 157, 159, 160, 161, 208, 274

Microdureza 131, 133, 135, 140, 143, 144

Molhabilidade 163, 164, 166, 167, 170, 171, 172, 175, 176

Motores 20, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 190, 191, 193, 194, 195, 299

## O

Organização 2, 6, 7, 27, 29, 60, 63, 73, 78, 81, 112, 196, 201, 210, 212, 237, 252, 292

Óxido de Titânio 164

## P

Pandemia 48, 50, 51, 69, 70, 72, 74, 75, 78, 117, 118, 120, 121, 122, 208, 212

Pesquisa 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 27, 28, 29, 30, 33, 34, 35, 40, 41, 45, 55, 65, 69, 71, 76, 77, 79, 80, 81, 83, 84, 86, 87, 88, 90, 91, 93, 103, 106, 107, 108, 109, 111, 113, 114, 115, 116, 123, 124, 127, 129, 149, 150, 160, 165, 179, 190, 196, 198, 199, 200, 201, 206, 207, 217, 218, 220, 221, 222, 223, 224, 236, 237, 238, 239,

240, 251, 256, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 290, 292, 296

Plasma 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 173, 176, 177, 261, 295

Poder público 86, 87, 90, 91, 93, 101

Políticas 5, 10, 15, 25, 26, 27, 35, 54, 61, 64, 65, 69, 78, 86, 87, 88, 90, 91, 93, 94, 105, 114, 147, 193, 214, 220, 280, 283, 284, 291, 292

Problemas 2, 6, 9, 10, 21, 22, 24, 47, 48, 49, 51, 52, 53, 54, 55, 65, 80, 81, 83, 85, 96, 101, 102, 147, 148, 159, 160, 161, 165, 187, 199, 216, 217, 243, 247, 272, 273, 277

Programa 6, 9, 64, 65, 66, 67, 68, 73, 99, 163, 168, 170, 231, 232, 233, 239, 283, 290, 292, 300

Projeto 4, 18, 67, 75, 79, 81, 82, 83, 84, 85, 103, 106, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 149, 157, 159, 192, 194, 204, 209, 211, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 256, 290, 297

## Q

Qualidade 12, 21, 26, 37, 53, 59, 60, 74, 77, 123, 127, 128, 129, 136, 149, 161, 197, 213, 216, 236, 237, 238, 239, 240, 242, 243, 244, 248, 252, 253, 263, 281, 283, 296, 297, 300, 301, 305

## R

Reatores nucleares 256

Recristalização 131, 135, 140, 143, 144

Resolução 9, 10, 21, 47, 49, 51, 54, 55, 80, 85, 107, 147, 148, 157, 158, 159, 160

Revisão 32, 40, 119, 123, 124, 125, 126, 129, 130, 150, 152, 157, 178, 179, 190, 191, 207, 209, 221, 236, 237, 238, 239, 240, 242, 248, 249, 250, 251, 280, 282

Robótica 79, 80, 82, 83, 84, 85, 225, 227, 294, 296, 297, 298, 306

Rugosidade 164, 168, 170, 171, 172, 175

## S

Semi-autônomo 224

Sistema 4, 5, 6, 10, 12, 15, 16, 17, 20, 23, 24, 25, 27, 29, 32, 34, 61, 83, 84, 97, 120, 150, 166, 178, 179, 183, 184, 185, 187, 188, 189, 190, 191, 193, 194, 225, 226, 235, 275, 280, 281, 282, 283, 284, 290, 291, 294, 296, 297, 298, 299, 302, 305, 306

Softwares 47, 48, 53, 88, 89, 145, 148, 149

Solda 256, 257, 259, 261, 262, 263, 265, 267

Solidificação direcional 131

Stakeholder 118, 119, 120

Sustentabilidade 85, 178, 291, 295

## **T**

Tabela periódica 36, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46

Tecnologia 1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 14, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 47, 49, 51, 64, 65, 66, 67, 69, 70, 71, 74, 77, 78, 80, 85, 103, 104, 105, 106, 107, 109, 110, 113, 114, 116, 118, 119, 120, 146, 147, 160, 161, 178, 183, 184, 190, 192, 193, 197, 198, 202, 210, 212, 214, 222, 223, 257, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 289, 291, 292, 293, 295, 296, 307

Tecnologias digitais 54, 79, 80, 197

Tecnologização 69

Topografia 163, 166, 168, 170, 175

Transferência de tecnologia 6, 24, 64, 65

Tratamento térmico 131, 132, 133, 143, 262

Treinamento 26, 48, 49, 50, 51, 52, 53

## **V**


Vulnerabilidade social 117, 121





Vygotsky 56, 57, 58, 59, 60, 62, 63, 78, 208

## **W**

Web crawler 86, 88, 89, 91, 92, 93, 94

Websites 88

A circular inset image showing a close-up of microscope lenses, with a central vial labeled 'SARS-CoV-2 Vaccin' in the foreground.





[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)   
[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)   
@atenaeditora   
[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 

# Ciência, tecnologia e inovação:

3

Fatores de progresso e de desenvolvimento



[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)   
[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)   
[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)   
[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 

# Ciência, tecnologia e inovação:

3

Fatores de progresso e de desenvolvimento