



Ciência, Tecnologia e Inovação: Desafio para um Mundo Global

Ingrid Winkler
Lilian Lefol Nani Guarieiro
Josiane Dantas Viana Barbosa
Alex Álisson Bandeira Santos
Jeancarlo Pereira dos Anjos
Keize Katiane dos Santos Amparo
Ilan Sousa Figueiredo
(Organizadores)

Ciência, Tecnologia e Inovação: Desafio para um Mundo Global

Atena Editora
2019

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

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

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

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

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

Ciências Biológicas e da Saúde

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

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

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

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

Conselho Técnico Científico

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

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
C569	<p>Ciência, tecnologia e inovação [recurso eletrônico] : desafio para um mundo global / Organizadores Ingrid Winkler... [et al.]. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Ciência, Tecnologia e Inovação. Desafio para um Mundo Global; v. 1)</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia. ISBN 978-85-7247-501-3 DOI 10.22533/at.ed.013192907</p> <p>1. Ciência – Brasil. 2. Inovação. 3. Tecnologia. I. Winkler, Ingrid. II. Guarieiro, Lilian Lefol Nani. III. Barbosa, Josiane Dantas Viana. IV. Santos, Alex Álisson Bandeira. V. Anjos, Jeancarlo Pereira dos. VI. Amparo, Keize Katiane dos Santos. VII. Figueiredo, Ilan Sousa. VIII. Série.</p> <p style="text-align: right;">CDD 506</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

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

APRESENTAÇÃO

O livro *Ciência, Tecnologia e Inovação: Desafio para um Mundo Global* é uma coletânea de trabalhos apresentados no IV International Symposium on Innovation and Technology (SIINTEC) e VIII Research and Innovation Workshop (PTI), eventos realizados entre os dias 24 a 26 de Outubro de 2018 no Centro Universitário SENAI CIMATEC, Salvador – BA.

O Workshop PTI é um evento promovido desde 2011 pelo SENAI CIMATEC, com apoio do Departamento Nacional (SENAI DN) e tem o objetivo de contribuir significativamente para o desenvolvimento científico e tecnológico do país, buscando a participação massiva da academia e da indústria, envolvida em pesquisa e desenvolvimento, e o fomento da mudança cultural, a favor do espírito empreendedor, que deve ser promovido e cultivado desde cedo e ser um dos motores da inovação. Na sua oitava edição, o PTI aconteceu concomitantemente com o IV SIINTEC buscando inovar e ampliar a divulgação científica a um nível internacional e enriquecer os debates sobre o tema do evento.

O evento foi patrocinado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e pelo Departamento Nacional do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI/ DN) e gerou a oportunidade de discussão sobre os principais temas relativos às inovações tecnológicas como base para atendimento dos desafios para uma sustentabilidade global, trazendo à tona a realidade, as dificuldades e os bem sucedidos exemplos de integração do trinômio, Tecnologia, Produto e Mercado, principalmente no âmbito das empresas iniciantes de base tecnológica em prol da sustentabilidade.

No VIII PTI e IV SIINTEC foram realizadas palestras, painéis de discussão sobre o tema central do evento e apresentação dos artigos completos aceitos para publicação no anuário do evento, na forma oral e de pôster. Neste contexto, alguns trabalhos apresentados merecem destaque e foram selecionados para serem publicados como capítulos para compor este livro de coletâneas.

Desta forma, esta obra pretende apresentar os desafios da Ciência, Tecnologia e Inovação para um mundo global, promovendo debates e análises acerca de várias questões relevantes, por meio de seus 21 capítulos, divididos em três eixos fundamentais: Revisões de Literatura, Análises de Cases de Inovação e Estudos preliminares e comparativos em diversos domínios de aplicação.

O primeiro eixo aborda estudos sobre Revisões de Literatura em diversas áreas de conhecimento relevantes para a compreensão do tema, tais como: Logística Reversa na Gestão das Cadeias de Suprimento Sustentáveis, Conectividade Veicular, Metodologias de Comissionamento para Implantação de Novo Processo em uma Planta Industrial, Realidade Aumentada na Indústria, Monitoramento de Frotas, Classificação Automática de Eletrocardiograma (ECG), Geração de Energia Eólica e Produção de Biosurfactantes no Refino do Processamento de Oleaginosas.

No segundo eixo, o foco foi dado à análise de diversos casos de inovação na perspectiva teórica neoschumpeteriana, em contextos distintos, como uma indústria química, uma startup na área de biotecnologia, uma spin-off do setor energético e uma empresa da indústria de compressores.

Finalmente, no terceiro eixo, foram abordados temas relacionados à análise de diversos experimentos, tais como: comparações de sobretensões atmosféricas e de desempenho de aterramento em torres de transmissão, reuso de efluente na indústria têxtil, utilização de jatos contínuos de ar para arrasto de partículas depositadas em módulo fotovoltaico através de fluidodinâmica computacional, tratamento biológico de efluente empregando bioaumentador, a influência de fatores geométricos de peça e ferramenta sobre a precisão de trajetórias de ferramenta para microfresamento e desempenho de misturas diesel com diferentes teores de biodiesel de OGR.

Nesse sentido, esta obra constitui-se como uma coletânea de excelentes trabalhos, na forma de experimentos e vivências de seus autores. Certamente os trabalhos apresentados nesta obra são de grande relevância para o meio acadêmico, proporcionando ao leitor textos científicos que permitem análises e discussões sobre assuntos pertinentes para compreensão dos desafios atuais da Ciência, Tecnologia e Inovação para um mundo global.

Os nossos agradecimentos a cada leitor pela contribuição com esta obra. Aos leitores, desejamos uma leitura proveitosa e repleta de novas reflexões significativas sobre o tema.

Ingrid Winkler
Lilian Lefol Nani Guarieiro

SUMÁRIO

REVISÕES DE LITERATURA

CAPÍTULO 1	1
PRODUÇÃO DE BIOSURFACTANTES UTILIZANDO COMO SUBSTRATO RESÍDUOS DO REFINO DO PROCESSAMENTO DE OLEAGINOSAS – UMA REVISÃO	
Márcio Costa Pinto da Silva Edna dos Santos Almeida Érika Durão Vieira Itana Rodrigues Ferreira	
DOI 10.22533/at.ed.0131929071	
CAPÍTULO 2	9
CONECTIVIDADE VEICULAR PARA REDUÇÃO DE EMISSÕES: UMA BREVE REVISÃO	
Marcus Vinícius Ivo da Silva Lilian Lefol Nani Guarieiro Paulo Renato Câmara da Silva Rafael Barbosa Mendes	
DOI 10.22533/at.ed.0131929072	
CAPÍTULO 3	17
LOGÍSTICA REVERSA COMO INSTRUMENTO DA GESTÃO DAS CADEIAS DE SUPRIMENTO SUSTENTÁVEIS – REVENDO A LITERATURA	
Clara Barretto Handro Francisco Uchoa Passos	
DOI 10.22533/at.ed.0131929073	
CAPÍTULO 4	24
METODOLOGIAS DE COMISSONAMENTO PARA IMPLANTAÇÃO DE NOVO PROCESSO EM UMA PLANTA INDUSTRIAL: UMA BREVE REVISÃO	
Valmir da Cruz de Souza Lílian Lefol Nani Guarieiro	
DOI 10.22533/at.ed.0131929074	
CAPÍTULO 5	31
REALIDADE AUMENTADA E APRENDIZADO DE MAQUINA PARA TRACKING NA MANUTENÇÃO INDUSTRIAL: UMA REVISÃO DA LITERATURA	
Rosalvo Matos Neto Liz Azevedo Ingrid Winkler Valter de Senna	
DOI 10.22533/at.ed.0131929075	
CAPÍTULO 6	39
REALIDADE AUMENTADA E EFICIÊNCIA NA MANUTENÇÃO INDUSTRIAL: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA	
Camila Santana Rossi Alex Álisson Bandeira Santos Ingrid Winkler Marinilda Lima Souza	
DOI 10.22533/at.ed.0131929076	

CAPÍTULO 7 47

TECNOLOGIA DE *LOW POWER WIDE AREA NETWORK* (LPWAN) PARA MONITORAMENTO DE FROTAS: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Paulo Renato Câmara da Silva
Herman Augusto Lepikson
Marcus Vinícius Ivo da Silva
Rafael Barbosa Mendes

DOI 10.22533/at.ed.0131929077

CAPÍTULO 8 55

UMA REVISÃO DE LITERATURA SOBRE TÉCNICAS PARA CLASSIFICAÇÃO AUTOMÁTICA DE ELETROCARDIOGRAMA (ECG)

Jandson Santos Nunes
Valter de Senna

DOI 10.22533/at.ed.0131929078

CAPÍTULO 9 61

ASPECTOS DO GERENCIAMENTO DA ETAPA DE ENCERRAMENTO DO CONTRATO DE GERAÇÃO DE ENERGIA EÓLICA NO BRASIL, COM ENFOQUE NA BAHIA

Lívia Fernanda Tavares Ornellas
Luzia Aparecida Tofaneli
Alex Álisson Bandeira Santos

DOI 10.22533/at.ed.0131929079

ANÁLISES DE CASES DE INOVAÇÃO

CAPÍTULO 10 69

ESTUDO DE CASO: INOVAÇÃO PARA DIVERSIFICAÇÃO EM UMA INDÚSTRIA QUÍMICA À LUZ DA ABORDAGEM NEOSCHUMPETERIANA

Alfredo Ruben Corniali
Lara Machado Nelli
Mariana Inah de Almeida
Ingrid Winkler
Renelson Sampaio

DOI 10.22533/at.ed.01319290711

CAPÍTULO 11 79

O CASE SUNEW ANALISADO NA ÓTICA NEO- SCHUMPETERIANA

Clara Barretto Handro
Lívia Fernanda Tavares Ornellas
Marcio Costa Pinto da Silva
Ingrid Winkler
Renelson Sampaio

DOI 10.22533/at.ed.01319290711

CAPÍTULO 12 87

O CASO DA NEOVECH – BIOTECNOLOGIA: PLATAFORMA PARA INOVAÇÕES EM DIFERENTES SEGMENTOS, UMA ANÁLISE SOB A ABORDAGEM NEO-SCHUMPETERIANA

Gabriela Chaves Valente

Taís Costa Lima

Silmar Batista Nunes

Ingrid Winkler

Renelson Sampaio

DOI 10.22533/at.ed.01319290712

CAPÍTULO 13 95

O CASE WISEMOTION SOB A ÓTICA NEOSCHUMPETERIANA

Antônio Rimaci Miguel Junior

Valmir da Cruz de Souza

Caroline C. Fernandes da Costa

Ingrid Winkler

Renelson Ribeiro Sampaio

DOI 10.22533/at.ed.01319290713

CAPÍTULO 14 103

UMA ANÁLISE DO CASE CLIEVER NA PERSPECTIVA SCHUMPETERIANA

Pedro Martins de Oliveira

Luciano Moura Costa Doria

Almir Filho

Renelson Ribeiro Sampaio

Ingrid Winkler

DOI 10.22533/at.ed.01319290714

ESTUDOS PRELIMINARES E COMPARATIVOS EM DIVERSOS DOMÍNIOS DE APLICAÇÃO

CAPÍTULO 15 111

ESTUDO COMPARATIVO DE SOBRETENSÕES ATMOSFÉRICAS EM DIFERENTES MODELOS DE TORRES DE TRANSMISSÃO

Raniere Varon Fernandes Mimoso

Guilherme Saldanha Kroetz

Daniel Travassos Afonso Bomfim

Frederico Ramos Cesário

DOI 10.22533/at.ed.01319290715

CAPÍTULO 16 120

ESTUDO COMPARATIVO DO DESEMPENHO DE ATERRAMENTO EM TORRES DE TRANSMISSÃO

Daniel Travassos Afonso Bomfim

Guilherme Saldanha Kroetz

Raniere Varon Fernandes Mimoso

Frederico Ramos Cesário

DOI 10.22533/at.ed.01319290716

CAPÍTULO 17	128
ESTUDO DE PROCESSOS DE REUSO DE EFLUENTE EM UMA INDÚSTRIA TÊXTIL	
Clara Rodrigues Pereira	
Lílian Lefol Nani Guarieiro	
DOI 10.22533/at.ed.01319290717	
CAPÍTULO 18	136
ESTUDO PRELIMINAR DA UTILIZAÇÃO DE JATOS CONTÍNUOS DE AR PARA ARRASTO DE PARTÍCULAS DEPOSITADAS EM UMA FV ATRAVÉS DE FLUIDODINÂMICA COMPUTACIONAL	
Pedro Freire de Carvalho Paes Cardoso	
Turan Dias Oliveira	
Paulo Roberto Freitas Neves	
Juliana de Oliveira Cordeiro	
Luzia Aparecida Tofaneli	
Alex Álisson Bandeira Santos	
DOI 10.22533/at.ed.01319290718	
CAPÍTULO 19	144
TRATAMENTO BIOLÓGICO DE EFLUENTE EMPREGANDO BIOAUMENTADOR	
Stephanie de Melo Santana	
Edna dos Santos Almeida	
Michelle Cruz Costa Calhau	
DOI 10.22533/at.ed.01319290719	
CAPÍTULO 20	151
ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DE FATORES GEOMÉTRICOS DE PEÇA E FERRAMENTA SOBRE A PRECISÃO DE TRAJETÓRIAS DE FERRAMENTA PARA MICROFRESAMENTO	
Marcus Vinícius Pascoal Ramos	
Guilherme Oliveira de Souza	
DOI 10.22533/at.ed.01319290720	
CAPÍTULO 21	160
AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE MISTURAS DIESEL COM DIFERENTES TEORES DE BIODIESEL DE OGR	
Arx Henrique Pedreira Reis Bastos	
Keize Katiane dos Santos Amparo	
Egídio Teixeira de Almeida Guerreiro	
Maurício Lerina Bonifati	
Elliete Costa Alves	
Guilherme Cunha Martins	
Alex Brasil	
Caio Henrique Alves Maciel	
Rodrigo Alberto Moreira Gomes	
Lílian Lefol Nani Guarieiro	
DOI 10.22533/at.ed.01319290721	
SOBRE OS ORGANIZADORES	168

TECNOLOGIA DE *LOW POWER WIDE AREA NETWORK* (LPWAN) PARA MONITORAMENTO DE FROTAS: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Paulo Renato Câmera da Silva

Universidade Federal da Bahia (UFBA), Programa de Pós-Graduação em Mecatrônica (PPGM)
Salvador – Bahia

Herman Augusto Lepikson

Centro Universitário Senai Cimatec
Salvador - Bahia

Marcus Vinícius Ivo da Silva

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas (Cetec)
Cruz das Almas – Bahia

Centro Universitário Senai Cimatec, Doutorado em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial (MCTI)
Salvador - Bahia

Rafael Barbosa Mendes

Universidade Federal da Bahia (UFBA), Programa de Pós-Graduação em Mecatrônica (PPGM)
Centro Universitário Senai Cimatec, Programa de Pós-Graduação em Gestão e Tecnologia Industrial (PPG-Getec)
Salvador – Bahia

RESUMO: O monitoramento de frotas veiculares é uma aplicação que demanda conexão com grande cobertura e poucas falhas de comunicação durante o percurso do veículo. Este estudo visou identificar o estado-da-arte das tecnologias LPWAN para o monitoramento

de frotas a partir da revisão da literatura em cinco bases de dados. A seleção resultou um conjunto de 48 documentos, na qual se avaliou sua relevância a partir de critérios preestabelecidos. Isso possibilitou avaliar como o tema está sendo pesquisado, bem como quais recursos a tecnologia já consegue satisfazer para o monitoramento de veículos. Contudo, concluiu-se que existem poucas publicações sobre o uso dessa tecnologia para o monitoramento de frotas de veículos, com a primeira publicação recente e ainda pouca literatura produzida.

PALAVRAS-CHAVE: monitoramento de frota; LPWAN; conectividade; IoT.

LOW POWER WIDE AREA NETWORK (LPWAN) TECHNOLOGY FOR FLEET MONITORING: A LITERATURE REVIEW

ABSTRACT: The vehicle fleet monitoring is an application that requires connection with great coverage and few communication failures during the vehicle's course. This study aimed to identify the state-of-the-art LPWAN technologies for fleet monitoring from the literature review in five databases. The selection resulted in a set of 48 documents, in which its relevance was evaluated based on pre-established criteria. This made it possible to evaluate how the topic is being researched, as well as what resources the

technology can already satisfy for vehicle monitoring. However, it has been concluded that there are few publications on the use of this technology for vehicle fleet monitoring, with the first publication very recent and still very little literature produced.

KEYWORDS: fleet monitoring; LPWAN; connectivity; IoT.

1 | INTRODUÇÃO

Conectar dispositivos e obter dados a partir deles, buscando o melhor gerenciamento de grandes números de aparelhos é a proposta de “conexão das coisas” que vem sendo chamada de *Internet of Things* ou IoT (em português, Internet das Coisas). Novas redes vêm preencher uma lacuna deixada pelas redes convencionais – WiFi, Bluetooth, 3G, GSM – e buscam atender nichos que essas redes falham ou não conseguem alcançar (BOULOGORGOS, DIAMANTOULAKIS e KARAGIANNIDIS, 2016). Com isso, pode-se gerar uma comunicação adequada para situações que o uso de dados e hardware seja mínimo, como interfaces *Machine-to-Machine* ou M2M (em português, máquina para máquina) para coleta de dados de sensores remotos.

As maiores diferenças entre as novas redes e as convencionais são as demandas de energia e de largura de banda de transmissão (AUGUSTIN, YI, *et al.*, 2016). Isso determina a forma como os dispositivos são projetados, pois esses devem ter menos processamento, memória e, principalmente, maior duração de bateria (AUGUSTIN, YI, *et al.*, 2016). Com essa economia em hardware, pode-se atender à crescente demanda de dispositivos, já que o número de “coisas” conectadas deve superar a capacidade de produção de recursos de alto controle tecnológico (BOULOGORGOS, DIAMANTOULAKIS e KARAGIANNIDIS, 2016).

Outro aspecto relevante do contexto de aplicação é que o dispositivo pode ter de operar em local de difícil acesso, sem rede elétrica próxima e/ou com grande número de aparelhos conectados que impossibilitaria a substituição das baterias de curta autonomia. Isso exige dos dispositivos demandar menos bateria, ou seja, utilizar o mínimo de hardware (BOULOGORGOS, DIAMANTOULAKIS e KARAGIANNIDIS, 2016). Esses fatores acabam por, nessas situações, inviabilizar o uso de tecnologias convencionais em aplicações de IoT.

A tecnologia de *Low Power Wide Area Network* ou LPWAN (numa tradução livre, Redes de Grande Área e Baixo Consumo) surgiu, recentemente, para tal contexto. Suas características permitem conectar dispositivos por longas distâncias (*e.g.*, de três a cinquenta quilômetros) com baixo custo (*e.g.*, um end node pode chegar a cinco dólares), com pequena largura de banda e, conseqüentemente, baixo consumo relativo de bateria (*e.g.*, as baterias de lítio de 3 V chegam a durar 10 anos) (BOULOGORGOS, DIAMANTOULAKIS e KARAGIANNIDIS, 2016). Por isso, mais eficiente, com a vantagem de ser uma tecnologia de conectividade barata.

O monitoramento de frota demanda grande cobertura, pois, quanto menor o número de falhas de comunicação durante o percurso do veículo, melhor o controle do

mesmo. As informações a serem enviadas são de tamanho reduzido (*e.g.*, posição com cerca de seis bytes e velocidade um byte) e não requerem altas taxas de transferência (BOULOGORGOS, DIAMANTOULAKIS e KARAGIANNIDIS, 2016). Juntando o atendimento a esses dois requisitos ao baixo custo, observa-se que uma tecnologia LPWAN é aplicável a casos de controle de frotas em locais onde a rede convencional não está disponível ou tem custo inviável.

Três tecnologias de rede sem fio, baseadas em LPWAN, tem se destacado no mercado: *Narrow Band - Internet of Things* (NB-IOT), *Long Range Wide Area Network* (LoRaWAN) e Sigfox. Suas limitações e aplicabilidades tem sido testada para diversos setores do mercado (BOULOGORGOS, DIAMANTOULAKIS e KARAGIANNIDIS, 2016). Por suas características, neste trabalho, buscou-se identificar o estado-da-arte das tecnologias LPWAN para o monitoramento de frotas veiculares.

2 | METODOLOGIA

Para identificar a literatura disponível sobre o uso da tecnologia LPWAN, para o monitoramento de frota, foi realizada uma pesquisa nas bases de dados Google Acadêmico, Portal de Periódicos da Capes, SciELO, IEEE Xplorer Digital Library e ScienceDirect, utilizando, de forma combinada, os descritores “*fleet management*” e LPWAN e IoT.

Critérios de inclusão e de exclusão foram pré-estabelecidos com todos os autores deste trabalho para a seleção da bibliografia relevante, de forma a escolher, com imparcialidade os arquivos mais relevantes. Considerou-se a presença dos descritores no título, entre as palavras-chaves e/ou no resumo como indicativo desta relevância. Publicações divergentes ou que não conseguiram ser visualizadas foram excluídas. Por fim, bibliografias repetidas foram eliminadas. Isso gerou uma seleção de bibliografias candidatas (Tabela 1) que, após leitura total ou parcial destas gerou as bibliografias seccionadas para este artigo.

	Resultado total da pesquisa	Bibliografias candidatas	Bibliografias selecionadas
2018	10	4	4
2017	20	4	3
2016	13	4	3
2015	3	2	2
2014	0	0	0
2013	0	0	0
2012	0	0	0
2011	0	0	0
2010	1	0	0
Ano não identificado	1	1	1
Total	48	15	13

Tabela 1. – Lista de documentos resultantes da pesquisa nas bases de dados (22/07/2018).

3 | DISCUSSÃO

O Google Acadêmico retornou o maior número de resultados, entre as cinco plataformas utilizadas, incluindo a bibliografia resultante das pesquisas nas outras plataformas. A pesquisa para os três descritores (“*fleet management*”; LPWAN; IoT), com a palavra booleana “*and*”, gerou um conjunto intersecção de 48 documentos.

A apresentação dos dados, na Tabela 1, permitiu a distribuição das publicações por ano. Dessa forma, pôde-se observar o primeiro artigo no ano de 2010 e um aumento do total de publicações ao longo dos oito anos, com uma queda em 2018, pelo fato deste ainda estar em curso. A tabulação dos dados permitiu visualizar cada autor com uma única publicação. Visualizou-se, também, um maior número de artigos em periódicos e eventos entre as publicações, no entanto, seria arriscado apontar tendências nas pesquisas pela quantidade ainda pequena de publicações.

3.1 Descrição dos Trabalhos Selecionados

Rojas (2015) trouxe uma visão geral da utilização da IoT para várias finalidades. Dentre elas, citou um estudo de caso de *ferry boats* e iates, em que a demanda por rede sem fio, principalmente de 4G, vinha crescendo. Apesar de não citar o uso específico de LPWAN para monitoramento de frotas, ele, juntamente com Kalyani e Sharma (2015), foi um dos primeiros a citar o possível uso de redes diversas para monitorar veículos via GPS e outros sensores. Além disso, Rojas (2015) citou outros casos, porém mais voltados à disponibilização de WiFi para os passageiros dos veículos. Já Kalyani e Sharma (2015) listaram aplicações, como casas conectadas, humanos conectados e gerenciamento de frota.

Observou-se, em Verma (2016) (VERMA, 2016), a citação mais focada no gerenciamento de frota. O autor apresentou a importância da *Mobile Communications Network* (MCN) – em português, rede de comunicação móvel – e propôs seu uso para

gerenciamento de frotas. Foi citado o uso de tecnologia de comunicação IoT (nesse caso, GSM, 3G e 4G) para aplicações em controle de frotas, tais como diagnóstico veicular, otimização de rotas e do uso de combustível. Apesar de não comentar explicitamente a tecnologia LPWAN, o autor comentou sobre a necessidade de boa cobertura para esse tipo de aplicação e deixam claras deficiências no 3G e 4G, como o custo (mais barato apenas que a comunicação por satélite) e o consumo energético.

Boulogeorgos, Diamantoulakis e Karagiannidis (2016) fez uma descrição completa sobre a tecnologia LPWAN, apontando seu uso no gerenciamento de frota como possível solução. O autor descreveu os pontos fortes dessa tecnologia, como a diminuição da interferência por outras frequências, a autonomia dos dispositivos conectados e a grande cobertura, bem como, os pontos fracos, a exemplo da baixa velocidade de transferência de dados.

Já Song, Nuaymi e Lagrange (2016) apresentaram uma revisão ampla e abrangente do papel do IoT na indústria e na sociedade. Os autores fizeram um estudo das classificações existentes de aplicação M2M de diferentes critérios da literatura, como classificação de acordo com a confiabilidade e quantidade de máquinas conectadas, classificação de acordo com o nível de mobilidade e classificação de acordo com a dispersão e recurso de *Quality of Service* (QoS) para aplicativos M2M típicos. Nesse último, foram fornecidos valores indicativos mínimos para diferentes aplicações, como para o caso de gestão de transporte a taxa de transmissão de dados pode ser menor que 500 bytes, mas a prioridade da mensagem deve ser alta.

Song, Nuaymi e Lagrange (2016) ainda citaram que, provavelmente, as tecnologias LPWAN e as soluções móveis de rede 3GPP seriam o principal suporte utilizado para a comunicação M2M. Para essa discussão, os autores identificaram a vantagem das redes celulares para IoT, chegando à conclusão que as redes 3GPP já possuíam infraestrutura para gerar cobertura ampla e alta disponibilidade, mas a desvantagem da rede 3GPP era um alto consumo de energia e custo do *hardware* em relação às redes LPWAN. Apesar disso, em todas as situações, obter eficiência energética viria com a necessidade de trabalhar com *hardwares* de desempenho mais restrito causando, na maioria das vezes, uma performance mais modesta desse tipo de dispositivo.

Em sua tese, Ryšavý (2017) fez a aplicação de uma plataforma de monitoramento IoT para vagões de trem. Para isso, ele utilizou ferramentas que também eram empregadas no gerenciamento de frotas, como o GNSS, sobre o qual ele fez uma descrição detalhada e comparativa entre as tecnologias disponíveis no mercado bem como suas principais características. No trabalho, também, realizou uma descrição dos tipos de comunicação que seriam passíveis de serem utilizadas para o monitoramento dos vagões, como, 2G, GSM, 4G e LPWAN, sendo comentado que apenas a tecnologia 3G não era viável por ter menor cobertura que a 2G e menor performance que a 4G. Nessa questão, o autor concluiu que, no momento, era impossível escolher uma tecnologia melhor para sua aplicação. Contudo, ele deixou claro que a mais promissora

seria a tecnologia NB-IoT. No entanto, foi escolhida para seu projeto a comunicação GPRS.

Goudos (2017), em seu artigo, também realizou um resumo sobre as tecnologias de comunicação móveis atuais para uso em sistemas de IoT. Ele, igualmente a Boulogeorgos, Diamantoulakis e Karagiannidis (2016), apontou esse tipo de tecnologia para o gerenciamento de frota, descrevendo fatores como *massive IoT* e *critical IoT*, para se referir as distintas necessidades das aplicações. A primeira se referiu a serviços que necessitam de muitos dispositivos, como a gestão de frotas. Já, a segunda, serviços que necessitam de controle crítico de dispositivos, como processos industriais. Sua conclusão foi que a tecnologia de IoT estava chegando à fase madura e, por isso, suas aplicações, seja no gerenciamento de frotas, seja em outras, estava crescendo exponencialmente e disponibilizando novos serviços.

Lin (2017) testou, em seu artigo, o uso da rede LoRa para monitorar um cachorro dentro do campus de uma universidade americana. Apesar do artigo não tratar diretamente o gerenciamento de frotas, percebeu-se que a tecnologia pesquisada para monitorar o animal podia ser implementada no monitoramento de veículos. Seus estudos demonstraram que a aplicação era praticável e funcionou bem, fornecendo diretrizes para equilibrar a precisão do rastreamento com o consumo de energia.

Yousuf *et al.* (2018) sustentaram, em seu artigo, que um único *gateway*, ou concentrador de rede LoRa, poderia suportar centenas de milhares de dispositivos LoRa, assumido tráfego de dados e número de mensagens baixos, da ordem de 50 bytes e 60 mensagens ao dia, respectivamente. Esta análise situou o quão robusto pode ser uma arquitetura baseada em abordagens LPWAN.

Harwahyu, Presekal e Sari (2018) realizaram um estudo de simulação computacional do protocolo LoRaWAN e o resultado mostrou que o desempenho foi altamente dependente da configuração do fator de propagação ou *spreading factor*, taxa de codificação e seleção de frequência.

Finnegan e Brown (2018) traçaram um paralelo entre capacidades de diversas redes LPWAN do ponto de vista de sua adoção em massa para a resolução de problemas, dando exemplos práticos e comparando seus desempenhos e abordagens do ponto de vista técnico e de seus modelos de negócio. De forma direta, estabeleceram em quais situações as redes LPWAN deveriam ser bem empregadas e de que forma cada tecnologia se colocaria em um futuro próximo.

Mekki *et al.* (2018) compararam, de forma direta, as abordagens que consideraram principais no que tange a LPWAN, sendo elas Sigfox, LoRa e NB-IoT, segundo os fatores que elencaram como cruciais para definir seu uso em aplicações IoT. (Figura 1)

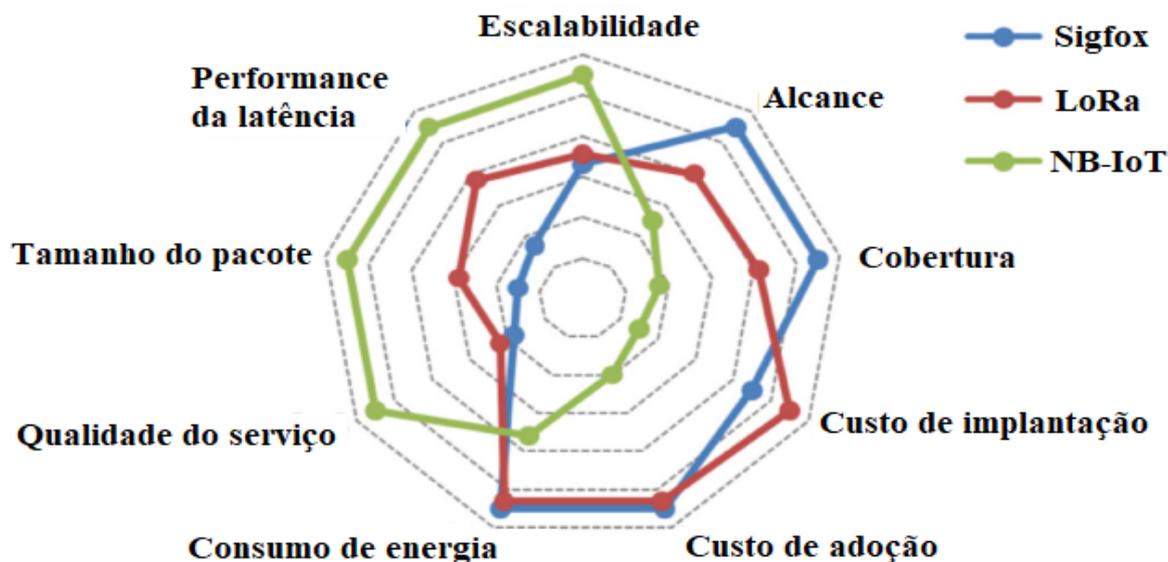


Figura 1. Fatores cruciais para uso da rede LPWAN em IoT, adaptado de Mekki *et al.*(2018)

4 | CONCLUSÃO

Apesquisa nas bases de dados mostrou um número ainda pequeno de publicações sobre o uso da tecnologia *Low Power Wide Area Network* para o monitoramento de frota de veículos. Além disso, observou-se que, em nenhuma bibliografia dos resultados encontrados, a tecnologia foi, de fato, aplicada em uma situação real e, o mais próximo disso, foi a implementação de uma aquisição de dados de um sensor GPS por Lin, *et al.* (2017). Isso coincide com a atualidade da tecnologia e a indisponibilidade de soluções no mercado. Observa-se também que as publicações sobre essa tecnologia ainda estão no exterior, sendo, desta maneira, um tema passível de estudo no âmbito nacional. Assim, observou-se um futuro promissor para a aplicação dessa tecnologia no monitoramento de frotas em que o uso de poucos dados e grandes distâncias é observado como cenário recorrente dessa aplicação. Dessa maneira essa é uma proposta para trabalhos futuros.

5 | AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao apoio financeiro da FAPESB (processo n. BOL0713/2016) e da CAPES.

REFERÊNCIAS

AUGUSTIN, Aloÿs *et al.* **A study of LoRa: Long range & low power networks for the internet of things.** *Sensors*, v. 16, n. 9, p. 1466, 2016.

BOULOGGEORGOS, Alexandros-Apostolos A.; DIAMANTOULAKIS, Panagiotis D.; KARAGIANNIDIS, George K. **Low power wide area networks (lpwans) for internet of things (iot) applications: Research challenges and future trends.** arXiv preprint arXiv:1611.07449, 2016.

FINNEGAN, Joseph; BROWN, Stephen. **A Comparative Survey of LPWA Networking**. arXiv preprint arXiv:1802.04222, 2018.

GOUDOS, Sotirios K. et al. **A survey of IoT key enabling and future technologies: 5G, mobile IoT, semantic web and applications**. Wireless Personal Communications, v. 97, n. 2, p. 1645-1675, 2017.

HARWAHYU, Ruki; PRESEKAL, Alfian; SARI, Riri Fitri. **LoRaWAN Performance Evaluation with Optimized Configuration**. Indonésia, 2018

KALYANI, Vijay Laxmi; SHARMA, Deeksha. **IoT: Machine to Machine (M2M), Device to Device (D2D) Internet of Everything (IoE) and Human to Human (H2H): Future of Communication**. Journal of Management Engineering and Information Technology (JMEIT) Volume-2, n. 6, p. 17-23, 2015.

LIN, Yi-Bing et al. **Location-based IoT applications on campus: The IoT talk approach**. Pervasive and Mobile Computing, v. 40, p. 660-673, 2017.

MEKKI, Kais et al. **A comparative study of LPWAN technologies for large-scale IoT deployment**. ICT Express, 2018.

ROJAS, Bill. **Toward next-generation access networking technologies in industrial/enterprise internet of things**. 2015.

RYŠAVÝ, Jakub. **Design of Energy Independent Remote Monitoring System for Cargo Wagons**. Praga, 2016

SANCHEZ-IBORRA, Ramon et al. **Integrating LP-WAN Communications within the Vehicular Ecosystem**. J. Internet Serv. Inf. Secur., v. 7, n. 4, p. 45-56, 2017.

SONG, Qipeng; NUAYMI, Loutfi; LAGRANGE, Xavier. **Survey of radio resource management issues and proposals for energy-efficient cellular networks that will cover billions of machines**. EURASIP journal on wireless communications and networking, v. 2016, n. 1, p. 140, 2016.

VEJLGAARD, Benny et al. **Coverage and capacity analysis of sigfox, lora, gprs, and nb-iot**. In: Proceedings of the 2017 IEEE 85th Vehicular Technology Conference (VTC Spring), Sydney, Australia. 2017. p. 4-7.

VERMA, Karan. **Internet of Things: wireless issues in using mobile communication Network**. International Journal of Instructional Technology and Distance Learning, v. 13, n. 8, p. 49-56, 2016.

YOUSUF, Asif M. et al. **Throughput, Coverage and Scalability of LoRa LPWAN for Internet of Things**. Calgary, 2018.

SOBRE OS ORGANIZADORES

INGRID WINKLER Professora e Pesquisadora dos PPGs Stricto Sensu em Gestão e Tecnologia Industrial (GETEC) e em Modelagem Computacional (MCTI) do Centro Universitário SENAI CIMATEC, é graduada em Computação pela Universidade Mackenzie (1998) e Doutora em Administração pela Universidade Federal da Bahia (2012), com estágio doutoral na Ecole de Gestion - HEC Montreal. É líder do Grupo de Pesquisa CNPQ Realidade Aumentada, Realidade Virtual e interfaces inovadoras para Interação Humano-Computador na Indústria, Saúde e Educação, onde investiga temas relacionados à Indústria 4.0, Manufatura Avançada, eHealth, Tecnologias Assistivas e Metodologias Ativas de Ensino, entre outros. Possui sólida experiência na captação de recursos e execução de projetos de pesquisa aplicada, contribuindo de forma direta para o aumento da competitividade da indústria brasileira ao coordenar 23 projetos de inovação e desenvolvimento tecnológico financiados por players como EMBRAER, SHELL, VALE, FORD, TOTVS, Petrobras e startups, através de recursos da EMBRAPPII (Empresa Brasileira de Inovação Industrial), ANP (Agência Nacional de Petróleo) e SEBRAE, entre outros programas de fomento.

LILIAN LEFOL NANI GUARIEIRO Possui Graduação em Química pelo Centro Universitário de Lavras (2003), Mestrado em Química Orgânica e Especialização em Química do Petróleo pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2006), Doutorado em Química Analítica pela Universidade Federal da Bahia (2010), Doutorado Sanduíche na Virginia Polytechnic Institute and State University em Blacksburg, VA-EUA e Pos-Doc pelo Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Energia e Ambiente (2011). Foi membro afiliado da Academia Brasileira de Ciências para o quinquênio 2014-2018 e é membro Júnior da Academia de Ciências da Bahia. Atualmente é Professor Adjunto do SENAI CIMATEC, Salvador-BA onde atua como Coordenadora do Mestrado Profissional de Desenvolvimento Sustentável (MPDS), Coordenadora do Laboratório de Pesquisa Aplicada em Química (LIPAQ), Membro do Corpo Docente do CONSU e do CONSEPE do Centro Universitário SENAI Bahia (SENAI CIMATEC) e Membro permanente dos Programas de Pós Graduação (PPG) em Gestão e Tecnologia (GETEC), PPG em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial (MCTI) e MPDS. Já recebeu os prêmios: (2007) Best of Biorenewables (ACS). (2009 e 2011) Prêmio PUBLIC-FAPEX, (2010) Prêmio Inventor UFBA, (2012) Medalha RVq, (2012) Prêmio Ciência Tecnologia e Inovação em Biodiesel, (2013) Inova SENAI e (2014) Prêmio PubliTec.

JOSIANE DANTAS VIANA BARBOSA Graduada em Engenharia de Materiais pela Universidade Federal de Campina Grande (2004) e Pós-graduada em nível de Doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais pela Universidade Federal de Campina Grande (2011). Atualmente é Coordenadora do Mestrado Profissional e do Doutorado em Gestão e Tecnologias Industriais - PPGGETEC. É docente dos Programas de pós-graduação em Gestão e Tecnologias Industriais - GETEC no SENAI CIMATEC e no Programa de Tecnologias em Saúde na Faculdade Bahiana de Medicina. Atuou por seis anos como Gerente da área de Materiais no SENAI CIMATEC, desempenhando atividades de coordenação de equipe, projetos de P&D&I e gestão da qualidade de laboratórios de calibração e ensaios mecânicos. No âmbito de projetos de pesquisa vêm desenvolvendo estudos relacionados a nanocompósitos, blendas de polímeros biodegradáveis, processamento de polímeros, compósitos poliméricos, biomateriais, e materiais aplicados a saúde. Atualmente trabalha no Projeto de Implantação do Instituto de Tecnologia em Saúde - ITS CIMATEC.

ALEX ÁLISSON BANDEIRA SANTOS Doutorado pelo Programa de Energia e Ambiente do Centro Interdisciplinar de Energia e Ambiente (CiEnAm) da Universidade Federal da Bahia (2010). Graduação em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal da Bahia (1998) e Mestrado em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual de Campinas (2001). Professor e Pesquisador do SENAI CIMATEC, e, Membro Sênior da Associação Brasileira de Engenharia e Ciências Mecânicas (ABCM). Coordenador do Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial do Centro Universitário SENAI CIMATEC. Também no SENAI CIMATEC, foi Gerente do Departamento de Eficiência Energética e Energias Renováveis e do Departamento de Manutenção Industrial. Coordenou projetos de infraestrutura e de P&D com empresas de atuação nacional e internacional, como também com financiamento de agências e secretarias de estado como CNPq, FINEP, SECTI/Governo da Bahia, SEINFRA/Governo da Bahia e FAPESB. Tem experiência na área de Engenharia Mecânica atuando principalmente nos seguintes temas: combustão industrial, formação e controle da fuligem e de NOx, energia, engenharia térmica, manutenção industrial, eficiência energética de processos e equipamentos industriais.

JEANCARLO PEREIRA DOS ANJOS Possui graduação em Química (Licenciatura) pela Universidade Federal de Lavras - UFLA (2008) e Mestrado em Agroquímica (2010) pela mesma universidade. cursou o Doutorado em Química pela Universidade Federal da Bahia - UFBA (2014), com ênfase em Química Analítica. Foi bolsista de Pós-doutorado pelo Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Energia e Ambiente (INCT - E&A), na Universidade Federal da Bahia - UFBA (2014-2016). Atualmente, é Professor adjunto e vice-coordenador do Mestrado Profissional em Desenvolvimento Sustentável no Centro Universitário SENAI CIMATEC (Salvador-BA). Tem experiência na área de Química, atuando principalmente nos seguintes temas: técnicas de separação (cromatografia líquida e cromatografia a gás), técnicas de preparação de amostras (extração, pré-concentração e clean-up), análises físico-químicas de aguardente, controle de qualidade de bebidas e coleta/análise de poluentes atmosféricos (fase gasosa e particulada)

KEIZE KATIANE DOS SANTOS AMPARO Mestre em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial no SENAI CIMATEC. Possui graduação em Engenharia Mecânica pelo Centro Universitário Jorge Amado (2016) e graduação em Tecnólogo em Sistemas Automotivos pela Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC (2013). Atualmente é bolsista de Desenvolvimento e Inovação Tecnológica da Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC.

ILAN SOUSA FIGUEIREDO Possui graduação em Engenharia de Petróleo pelo Centro Universitário Jorge Amado (2013), especialização em Engenharia de Dutos pela PUC-Rio (2015), mestrado em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial (MCTI) pelo Centro Universitário SENAI CIMATEC (Departamento Regional da Bahia). Atualmente é doutorando em MCTI no Senai Cimatec com linha de pesquisa voltada para a área de Engenharia e Modelagem Computacional. Foi professor da Universidade Regional da Bahia nos cursos de Engenharia Química, Engenharia de Produção, Engenharia Ambiental e Tecnólogo de Petróleo e Gás. Tem experiência na área de engenharia, emissões, química, automotiva, modelagem computacional, petróleo e mineração

Agência Brasileira do ISBN

ISBN 978-85-7247-501-3



9 788572 475013