

Helenton Carlos da Silva
(Organizador)

The background is a dark purple gradient with a pattern of white and light blue mathematical and engineering icons. These include gears, a compass, a pencil and ruler, a scale, a network diagram, a calculator, a chemical structure, a magnifying glass, a bell curve, a graph with axes, a book, and various mathematical symbols like pi (3.14), y = cos x, and y = |x|. The title is enclosed in a white rectangular frame with rounded corners.

Estudos (Inter)
Multidisciplinares
nas Engenharias

Helenton Carlos da Silva
(Organizador)

Estudos (Inter) Multidisciplinares nas Engenharias

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Geraldo Alves
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores



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

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
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
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Faria – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie di Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. 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
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
E82	<p>Estudos (inter) multidisciplinares nas engenharias 1 [recurso eletrônico] / Organizador Helenton Carlos da Silva. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-697-3 DOI 10.22533/at.ed.973190910</p> <p>1. Engenharia – Pesquisa – Brasil. I. Silva, Helenton Carlos da.</p> <p style="text-align: right;">CDD 658.5</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

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

APRESENTAÇÃO

A obra “*Estudos (Inter) Multidisciplinares nas Engenharias*” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora, em seu I volume, apresenta, em seus 25 capítulos, discussões de diversas abordagens acerca da importância da (inter) multidisciplinaridade nas engenharias.

O processo de aprendizagem, hoje em dia, é baseado em um dinamismo de ações condizentes com a dinâmica do mundo em que vivemos, pois a rapidez com que o mundo vem evoluindo tem como chave mestra a velocidade de transmissão das informações.

A engenharia praticada nos dias de hoje é formada por conceitos amplos e as situações a que os profissionais são submetidos mostram que esta onda crescente de tecnologia não denota a necessidade apenas dos conceitos técnicos aprendidos nas escolas.

Desta forma, os engenheiros devem, além de possuir um bom domínio técnico da sua área de formação, possuir domínio também dos conhecimentos multidisciplinares, além de serem portadores de uma visão globalizada.

Este perfil é essencial para o engenheiro atual, e deve ser construído na etapa de sua formação com o desafio de melhorar tais características.

Dentro deste contexto podemos destacar que uma equipe multidisciplinar pode ser definida como um conjunto de profissionais de diferentes disciplinas que trabalham para um objetivo comum.

Neste sentido, este livro é dedicado aos trabalhos relacionados aos estudos da (inter) multidisciplinaridade nas engenharias, com destaque mais diversas engenharias e seus temas de estudos.

Os organizadores da Atena Editora agradecem especialmente os autores dos diversos capítulos apresentados, parabenizam a dedicação e esforço de cada um, os quais viabilizaram a construção dessa obra no viés da temática apresentada.

Por fim, desejamos que esta obra, fruto do esforço de muitos, seja seminal para todos que vierem a utilizá-la.

Helenton Carlos da Silva

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
A IMPORTÂNCIA DA (INTER) MULTIDISCIPLINARIDADE NAS ENGENHARIAS PARA O DESENVOLVIMENTO E OPERAÇÃO DAS CIDADES INTELIGENTES	
Roberto Righi Roberta Betania Ferreira Squaiella	
DOI 10.22533/at.ed.9731909101	
CAPÍTULO 2	13
ANÁLISE DOS MÉTODOS DE ENSINO E AVALIAÇÕES UTILIZADOS NA GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA FLORESTAL	
Elaine Cristina Lengowski Carla Cristina Cassiano	
DOI 10.22533/at.ed.9731909102	
CAPÍTULO 3	26
AVALIAÇÃO ERGONÔMICA DE POSTO DE TRABALHO EM UM ATELIÊ DE SOUVENIRS COM USO DOS MÉTODOS OWAS E DE SUZANNE RODGERS	
Jordy Felipe de Jesus Rocha Maria Vanessa Souza Oliveira Leila Medeiros Santos Bento Francisco dos Santos Júnior	
DOI 10.22533/at.ed.9731909103	
CAPÍTULO 4	40
AVALIAÇÃO ERGONÔMICA: ESTUDO DE CASO DE VIGILANTES	
Gustavo Francesco de Moraes Dias Diego Raniere Nunes Lima Renato Araújo da Costa Roberto Pereira de Paiva e Silva Filho Fernanda da Silva de Andrade Moreira Hugo Marcel Flexa Farias Jessica Cristina Conte da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.9731909104	
CAPÍTULO 5	53
ESTILO DE LIDERANÇA QUE O ENGENHEIRO DE PRODUÇÃO DEVE POSSUIR NA ÓTICA DOS ENGENHEIROS DE PRODUÇÃO DA FACULDADE PARAÍSO DO CEARÁ	
Emmanuela Suzy Medeiros José Valmir Bezerra e Silva Júnior	
DOI 10.22533/at.ed.9731909105	
CAPÍTULO 6	66
EVOLUÇÃO DAS POLÍTICAS PÚBLICAS PARA A INDÚSTRIA NO BRASIL	
Lídia Silveira Arantes Thales de Oliveira Costa Viegas	
DOI 10.22533/at.ed.9731909106	

CAPÍTULO 7 80

**GOVERNANÇA, RESPONSABILIDADE SOCIAL E SUSTENTABILIDADE:
ENTENDENDO OS FENÔMENOS DE GESTÃO ORGANIZACIONAL**

Leonardo Petrilli
Denize Valéria dos Santos Baia
Juliana Fernanda Monteiro de Souza

DOI 10.22533/at.ed.9731909107

CAPÍTULO 8 93

**PERCEPÇÃO AMBIENTAL DOS ALUNOS DO ENSINO FUNDAMENTAL DE UMA
ESCOLA DA REDE PÚBLICA MUNICIPAL DE PARAUAPEBAS**

Diego Raniere Nunes Lima
Renato Araújo da Costa
Gustavo Francesco de Moraes Dias
Roberto Pereira de Paiva e Silva Filho

DOI 10.22533/at.ed.9731909108

CAPÍTULO 9 105

**ANÁLISE DO RISCO DE ACIDENTE CAUSADO PELA ALTA TEMPERATURA EM
ALTO-FORNO SIDERÚRGICO NO MUNICÍPIO DE MARABÁ – PA**

Diego Raniere Nunes Lima
Roberto Pereira de Paiva e Silva Filho
Gustavo Francesco de Moraes Dias
Renato Araújo da Costa

DOI 10.22533/at.ed.9731909109

CAPÍTULO 10 120

**CONFECÇÃO DE BANCADA DIDÁTICA PARA SIMULAÇÃO DE SISTEMAS
HIDRELÉTRICOS COM PERSPECTIVA À INTEGRAÇÃO DA INDÚSTRIA 4.0**

Kariston Dias Alves
Gustavo Catusso Balbinot
Artur Vitório Andrade Santos

DOI 10.22533/at.ed.97319091010

CAPÍTULO 11 131

**DESENVOLVIMENTO DE METODOLOGIA PARA ESTUDO DE VIABILIDADE
TÉCNICA DE TERMELÉTRICAS A BIOMASSA NO BRASIL**

Beatriz Gabrielle de Carvalho Pinheiro
Josiane do Socorro Aguiar de Souza Oliveira Campos
Luciano Gonçalves Noleto
Maria Vitória Duarte Ferrari
Tallita Karolline Nunes

DOI 10.22533/at.ed.97319091011

CAPÍTULO 12 143

**DESENVOLVIMENTO DE UM REGULADOR AUTOMÁTICO DE TENSÃO
MICROCONTROLADO UTILIZADO EM GERADORES SÍNCRONOS ISOLADOS**

Guilherme Henrique Alves
Lúcio Rogério Júnior
Antônio Manoel Batista da Silva
Wellington Mrad Joaquim

CAPÍTULO 13 157

**DESPACHO ÓTIMO DAS UNIDADES GERADORAS DA USINA HIDRELÉTRICA
LUIS EDUARDO MAGALHÃES**

Henderson Gomes e Souza
Brunno Henrique Brito
Vailton Alves de Faria
Jabson da Cunha Silva

DOI 10.22533/at.ed.97319091013

CAPÍTULO 14 170

**DIMENSIONAMENTO E ANÁLISE ÓPTICA E TÉRMICA DE UM COLETOR
PARABÓLICO COMPOSTO COM E SEM EFEITO ESTUFA**

Joaquim Teixeira Lopes
Ricardo Fortes de Miranda
Keyll Carlos Ribeiro Martins
Camila Correia Soares

DOI 10.22533/at.ed.97319091014

CAPÍTULO 15 177

**EFEITOS DO TRATAMENTO TÉRMICO DE ENDURECIMENTO POR
PRECIPITAÇÃO NA MICROESTRUTURA E PROPRIEDADES MECÂNICAS EM
LIGAS DE AL-SI-MG FUNDIDAS**

Albino Moura Guterres
Daniel Beck
Cláudio André Lopes de Oliveira
Juliano Poleze

DOI 10.22533/at.ed.97319091015

CAPÍTULO 16 186

**ESTUDO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DE IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS
FOTOVOLTAICOS CONECTADOS A REDE PARA CONSUMIDORES DO GRUPO A**

Roberto Pereira de Paiva e Silva Filho
Murilo Miceno Frigo
Gustavo Francesco de Moraes Dias
Diego Raniere Nunes Lima
Renato Araújo da Costa
Timóteo Gonçalves Braga

DOI 10.22533/at.ed.97319091016

CAPÍTULO 17 199

**GESTÃO AMBIENTAL: ESTUDO DE CASO DA GESTÃO DOS RESÍDUOS
ELETRÔNICOS NA IMAGEM SOM ELETRÔNICA LTDA**

Carla Ruanita Pedroza Maia
Leila Medeiros Santos
Maria Vanessa Souza Oliveira
Bento Francisco dos Santos Júnior

DOI 10.22533/at.ed.97319091017

CAPÍTULO 18	212
INDICADOR DE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA	
Jean Carlos da Luz Pereira Felipe Guimarães Ramos	
DOI 10.22533/at.ed.97319091018	
CAPÍTULO 19	225
INVESTIGAÇÃO PRELIMINAR DE MODIFICAÇÕES NA CÉLULA FOTOVOLTAICA MONOCRISTALINA DE SILÍCIO	
Marcus André Pereira Oliveira Ana Flávia de Sousa Freitas Thiago Barros Pimentel Adão Lincoln Montel	
DOI 10.22533/at.ed.97319091019	
CAPÍTULO 20	234
UMA APLICAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E EFICIÊNCIA EXERGÉTICA DAS TURBINAS A VAPOR NAS INDÚSTRIAS SUCROALCOOLEIRAS	
Nancy Lima Costa Maria de Sousa Leite Filha Arthur Gilzeph Farias Almeida Jaciera Dantas Costa Antônio Daniel Buriti de Macêdo José Nunes de Oliveira Neto Jordany Ramalho Silveira Farias José Jefferson da Silva Nascimento	
DOI 10.22533/at.ed.97319091020	
CAPÍTULO 21	242
THE STEAM GENERATION CENTERS AS A VECTOR FOR THE SUGARCANE MILLS EVOLUTION TO THE SUCRO-ENERGETICS PLANTS FORMAT	
Roque Machado de Senna Henrique Senna Rosimeire Aparecida Jerônimo	
DOI 10.22533/at.ed.97319091021	
CAPÍTULO 22	252
ANÁLISE DE CERTIFICADOS DIGITAIS EM DOMÍNIOS BRASILEIROS	
Matheus Aranha Diogo Pereira Artur Ziviani Fábio Borges	
DOI 10.22533/at.ed.97319091022	
CAPÍTULO 23	264
ANÁLISE DO IMPACTO DO ROTEAMENTO ALTERNATIVO EM REDES ÓPTICAS ELÁSTICAS TRANSLÚCIDAS CONSIDERANDO DIFERENTES CENÁRIOS DE DEGRADAÇÃO DA QUALIDADE DE TRANSMISSÃO	
Arthur Hendricks Mendes de Oliveira Helder Alves Pereira	
DOI 10.22533/at.ed.97319091023	

CAPÍTULO 24	271
SENSORIAMENTO ELETRÔNICO DE BAIXO CUSTO NO MONITORAMENTO HIDRÁULICO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS	
Lidiane Bastos Dorneles	
Samuel dos Santos Cardoso	
Samanta Tolentino Ceconello	
Jocelito Saccol de Sá	
DOI 10.22533/at.ed.97319091024	
CAPÍTULO 25	283
TUTORIAL SOBRE REPETIDORES DE DADOS MÓVEIS	
Carine Mineto	
Lyang Leme de Medeiros	
Helder Alves Pereira	
DOI 10.22533/at.ed.97319091025	
SOBRE O ORGANIZADOR.....	295
ÍNDICE REMISSIVO	296

CONFECÇÃO DE BANCADA DIDÁTICA PARA SIMULAÇÃO DE SISTEMAS HIDRELÉTRICOS COM PERSPECTIVA À INTEGRAÇÃO DA INDÚSTRIA 4.0

Kariston Dias Alves

kariston.alves@ifro.edu.br

Gustavo Catusso Balbinot

gu.academico@gmail.com

Artur Vitório Andrade Santos

artur.santos@ifro.edu.br

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia – Campus Calama
Av. Calama, 4985 – Flodoaldo Pontes Pinto
76820-441 – Porto Velho – Rondônia

RESUMO: A maior porcentagem de geração de energia elétrica por fontes renováveis no Brasil é proveniente de sistemas hidrelétricos. Os estudantes de engenharia, quanto futuros profissionais, poderão atuar neste setor, e por isso, devem ser devidamente capacitados para enfrentar os desafios do setor energético. Desta forma, é de extrema importância o conhecimento dos assuntos tangentes a estes sistemas, tanto teórico como prático no que diz respeito aos equipamentos e procedimentos. Neste sentido, o artigo apresenta uma proposta de bancada didática para sistemas hidrelétricos com a perspectiva de integração de equipamentos de indústria 4.0 para que os estudantes do curso de Engenharia de Controle e Automação do Instituto Federal de Rondônia tenham a devida formação e estejam capacitados atuar com os novos conceitos da área. Não somente

dada a relevância do setor para o país, como também, dada a notoriedade que o estado de Rondônia alcançou por seu parque de geração hidrelétrica. O artigo apresentará as abordagens metodológicas possíveis para a bancada, e estão subdivididas em 5 níveis, que, propiciará uma flexibilidade no uso para cada conteúdo ministrado.

PALAVRAS-CHAVE: Bancada Didática, Sistemas Hidrelétricos, Indústria 4.0.

CONFECTION OF DIDACTIC BANK FOR SIMULATION OF HYDROELECTRIC SYSTEMS WITH A VIEW TO THE INTEGRATION OF THE INDUSTRY 4.0

ABSTRACT: The highest percentage of electricity generation by renewable sources in Brazil through hydroelectric systems. Engineering students, as well as future professionals, will be able to work in this sector, and therefore must be properly trained to face the challenges of the energy sector. In this way, it is extremely important to know the issues of these systems, both theoretical and practical with regard to equipment and procedures. The article presents a didactic workbench proposal for hydroelectric systems with the perspective of integration of 4.0-industry equipment so that students of the Control Engineering and Automation course of the Federal Institute

of Rondônia would have the appropriate training and are able to work with the new concepts of the area. Not only given the sector's relevance to the country, in general, but also, given the state of Rondônia's notoriety for its hydroelectric generation park. The article will present possible methodological approaches to the workbench, and are subdivided into 5 levels, which will provide flexibility in use for each content.

KEYWORDS: Didactic WorkBench, Hydropower System. Industry 4.0.

1 | INTRODUÇÃO

É imprescindível que na atualidade procurem-se meios de obter energia por fontes renováveis de modo a minimizar os impactos no ecossistema. Dentre as diversas formas de produção de energia renovável (eólica, solar, hidrelétrica e maré) a que mais se destaca no Brasil é a produção de energia através de hidrelétricas (BIG, 2019). De acordo com os dados fornecidos pelo Banco de Informações de Geração (BIG) pertencente à Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) existem 1341 empreendimentos de fonte hidrelétrica com uma potência associada de 104.589.321 kW sendo esses empreendimentos subdivididos em 3 (três) categorias: CGHs, UHEs e PCHs¹, representando assim 60,73% da matriz energética do Brasil.

Ainda de acordo com o BIG existem 34 empreendimentos localizados em Rondônia em operação, que será demonstrado detalhadamente na tabela 1. Pode-se notar que o mercado estadual conta com um número expressivo de empreendimentos hidrelétricos, sendo eles em sua maioria PCHs, com isso se faz necessário engenheiros capacitados para atuar com sistemas hidrelétricos

Categoria do Empreendimento	Nome da usina	Potência Fiscalizada (kW)	Município - RO
CGH	Altoé I	2.062,50	Alto Alegre dos Parecis
	Altoé II	1.000	Alto Alegre dos Parecis
	Cachoeira do Cambara	2.160	Vilhena
	Castaman II	950	Colorado do Oeste
	Espigão	2.300	Espigão d'Oeste
	Fazenda Figueirão	40	Alta Floresta d'Oeste
	Marcol	2.500,20	Vilhena
	Margarida Ltda	1.480	Colorado do Oeste
	Martinuv	1.840	Vilhena
	Poço	720	Vilhena
	Rio Enganado	2.000	Colorado do Oeste
	Rio Vermelho	2.560	Vilhena
	São João PA	3.804,42	Pimenteiras do Oeste

1 CGH - Central Geradora Hidrelétrica, UHE - Usina Hidrelétrica e PCH - Pequena Central Hidrelétrica

PCH	Alta Floresta	5.000	Alta Floresta d'Oeste
	Ângelo Cassol	3.600	Alta Floresta d'Oeste
	Cabixi	2.700	Vilhena
	Cachoeira	11.120	Vilhena
	Cachoeira Cachimbo Alto	9.801	Alta Floresta d'Oeste
	Canaã	17.000	Ariquemes
	Cascata Chupinguaia	9.600	Chupinguaia/Corumbiara
	Cesar Filho	7.000	Chupinguaia/Parecis
	Chupinguaia	1.270	Vilhena
	Figueira	1.400	Alta Floresta d'Oeste
	Jamari	20.000	Ariquemes
	Monte Belo	4.800	Alta Floresta d'Oeste
	Primavera	25.700	Pimenta Bueno/Primavera de Rondônia
	Rio Branco	7.140	Alta Floresta d'Oeste
	Saldanha	5.280	Alta Floresta d'Oeste
	Santa Cruz de Monte Negro	17.010	Monte Negro
	Santa Luiza D'Oeste	3.000	Alto Alegre dos Parecis
UHE	Samuel	216.750	Porto Velho
	Rondon II	73.500	Pimenta Bueno
	Santo Antônio	3.586.000	Porto Velho
	Jirau	3.750.000	Porto Velho
TOTAL	34	7.801.088,12	

Tabela 1 – Empreendimentos de geração de energia hídrica no estado de Rondônia

Fonte: BIG (2019) adaptado.

De acordo com a ABDI (Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial) e com o extinto MDIC (Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços), atualmente incorporada pelo Ministério da Economia, um dos principais fatores que impulsionam a indústria 4.0 é um conjunto de tecnologias que permitem a fusão do mundo físico, digital e biológico, acarretando o crescimento tecnológico em diversas áreas sendo elas: IA (Inteligência Artificial), impressão 3D, IoT (Internet das Coisas), CPS (Sistemas Ciber-Físicos) e entre outras, fazendo assim com que todos os equipamentos troquem informações entre si, fazendo com que o processo se adapte e fique mais autônomo.

Ao que tudo indica novas competências surgirão para os engenheiros, fazendo com que o ensino deva se adaptar a essa realidade, um exemplo que pode ser citado é a indústria 4.0. A ABDI (2019) demonstra que entre os anos de 1969-2000 no Brasil, os engenheiros não tinham a competência necessária à nova fase da industrialização, sendo fator mandatório para que as instituições de ensino se adaptem, fazendo com que os futuros engenheiros possam assim ter a competência requerida para o mercado de trabalho.

De acordo com Villas Boas et. al, (2019), há um destaque especial para a mudança de concepção na formação baseada em conteúdos para a formação por competências, acarretando a necessidade de um replanejamento na atuação docente.

Por sua vez, Alves (2017, apud SIMÕES; SIMPLE; FIGUEIREDO, 2014), mostra uma preocupação na formação dos engenheiros, afirmando:

Um currículo de um curso não pode ser definido somente por meio de disciplinas que possuem ementas e pré-requisitos, mas sim definido como uma série de conteúdos programáticos que possuem uma estrita relação ao longo do curso e propiciem, a cada assunto abordado, uma extensão dos assuntos anteriores, transformando esse currículo, não em uma “colcha de retalhos” de conhecimentos, mas sim em uma “teia” de conhecimentos interdependentes.

Desta forma, é de extrema importância possibilitar uma formação profissional diferenciada com a correta interdisciplinaridade entre as disciplinas. Com isso o uso das aulas práticas possibilita uma maior interação entre os conceitos ministrados.

De posse destas informações foram analisadas formas de capacitar os alunos do curso de Engenharia de Controle e Automação, para que possa haver uma capacitação alinhada às necessidades locais. Deste modo, almeja-se a elaboração de uma bancada didática de sistemas hidrelétricos que subsidie os discentes à correta compreensão de um sistema hidrelétrico, de modo que estes futuros profissionais possam propor aprimoramentos, seja na eficiência dos sistemas ou mesmo a modernização com vistas às tecnologias da indústria 4.0.

Alinhado ao projeto pedagógico do curso, a bancada é projetada para que disciplinas, como: Modelagem de Sistemas Dinâmicos, Controle de Processo e Laboratório de Controle possam contar com o equipamento para ilustrações e contextualizando com a realidade local.

O artigo está estruturado da seguinte forma: A seção 2 denominada “Proposta da bancada didática e metodologias” apresentará quais metas e processos serão cumpridos para a confecção da bancada bem como as propostas metodológicas referentes ao uso da bancada como ferramenta didática para o aprimoramento do ensino-aprendizagem no curso; na seção 3 intitulada como “Descrição dos níveis” demonstrará de forma detalhada cada nível metodológico; seguindo na seção 4 “Perspectiva de resultados” a partir do uso da bancada; e por fim na seção 5 “Considerações finais” finalizando assim com as devidas considerações.

2 | PROPOSTA DA BANCADA DIDÁTICA E METODOLOGIAS

Este projeto teve início no ano de 2019/1, desta forma, exhibe-se de forma detalhada cada meta ou etapa a ser concluída até a confecção final, onde os alunos poderão ter contato com a bancada didática. A proposta apresentada baseia-se na bancada didática de sistemas hidrelétricos da UnB – Campus Gama que teve sua concepção e elaboração por meio de projeto aprovado no edital MCT/CNPq Nº 05/2010, apresentado por Alves (2017) visando a capacitação laboratorial e formação de em fontes renováveis.

Em nosso caso, é esperado que o equipamento atenda a interesses particulares

do curso, como também da região. Como já mencionado, o estado de Rondônia tem um forte mercado em sistemas hidrelétricos. Não obstante, o equipamento visa auxiliar na formação dos alunos de engenharia de controle e automação. Deste modo, por meio de projeto aprovado na chamada universal FAPERO 04/2018, iniciaram-se os estudos para elaboração da plataforma, que deve integrar os conceitos básicos de um sistema hidrelétrico aos conceitos das técnicas de controle e instrumentação.

2.1 Modelagem em 3D dos rotores das turbinas

Realizou-se a modelagem em 3D dos rotores das turbinas Pelton e Vortex, sendo a turbina Pelton consolidada no mercado interno e a Vortex como evidência internacional, tendo forte empregabilidade nos empreendimentos PCHs. Desta forma procura-se seguir fielmente as características delas para que o sistema em escala reduzida (bancada) se comporte o mais parecido possível com os modelos empregados em escala real. Sendo assim a figura 1, demonstrará o rotor da Pelton desenhado para a impressão 3D.

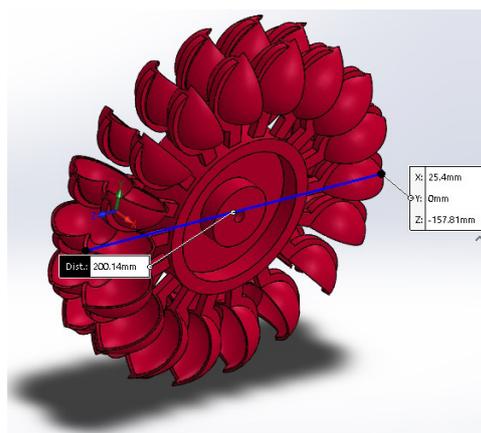


Figura 1 – Rotor da Pelton modelado em 3D.

Fonte: Elaborado pelo autor.

O rotor da Pelton projetado tem um diâmetro (de pá a pá) de 200 mm, com uma espessura (copo a copo na mesma pá) 59,57 mm, o rotor conta com 18 pás e um furo central passante para o eixo de 6 mm de diâmetro.

Após a conclusão da modelagem do rotor da turbina Pelton deu-se início a modelagem da turbina Vortex, entretanto por ser uma turbina relativamente nova não se tem muitas informações ou pesquisas relacionadas a ela. Desenvolvida por uma equipe belga, este modelo destina-se ao uso em países em desenvolvimento. De acordo com a TURBULENT (2018), há apenas três (3) dessas turbinas instaladas pela referida empresa, se mostrando como uma alternativa viável. Desta forma, pretende-se iniciar uma investigação deste modelo, com a perspectiva de fomentar seu uso na região norte, dada as características do modelo: necessidade de baixa queda e alta

vazão, o que está em sintonia com as características geográficas da região.

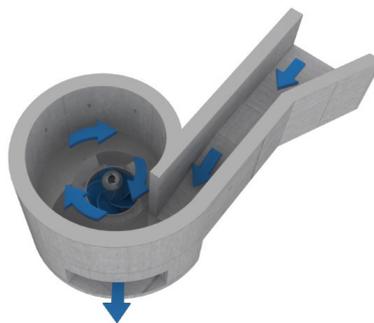


Figura 2 - Esquemático da Turbina Vortex.

Fonte: Turbulent (2018)

2.2 Perspectiva da bancada

Baseando-se em modelos utilizados em outras instituições de ensino, conforme a figura 3, foi idealizada uma bancada que atendesse as duas formas de rotores que serão impressas em 3D e afixados nas bases projetadas para a bancada. Desta forma, há a necessidade de flexibilidade no encapsulamento onde os rotores ficarão, ou seja, a parte onde os rotores ficarão será intercambiáveis, a fim de atender a especificidade de cada um.



Figura 3 - Bancada Pelton utilizadas em instituições parceiras.

Fonte: IFAM (2014)

Acrescido ao escopo inicial, a bancada projetada prevê espaço para a fixação do sistema embarcado e a passagem dos cabos. Com isso faz-se necessário a escolha de sistema embarcado e sensores que serão empregados, possibilitando assim a comunicação via IoT e outros conceitos da indústria 4.0, sabe-se que há vários sistemas embarcados com módulos Wi-Fi, alguns que já integradas à placa, como o *NodeMCU* e outros que requerem a *shield* de integração no caso das placas Arduino.

3 | USO DA BANCADA COMO FERRAMENTA METODOLÓGICA

Para o uso da bancada como ferramenta metodológica baseou-se no trabalho de Silva *et al.* (2013) que apresenta uma proposta metodológica que é dividida em níveis de complexidade dos equipamentos que compõem a bancada, desta forma cada nível será trabalhado de acordo com a disciplina. Desta forma com as adaptações da proposta original devido às funções desta bancada, têm-se que os níveis serão:

- 1º nível: Conhecimento do sistema e verificação de conceitos básicos;
- 2º nível: Comportamento hidrodinâmico e avaliação do sistema mecânico;
- 3º nível: Geração de energia elétrica;
- 4º nível: Controle de processo e comportamento como sistema dinâmico;
- 5º nível: Manipulação e supervisão através dos conceitos de indústria 4.0.

3.1 Nível 1: Conhecimento do sistema e verificação de conceitos básicos

(Disciplinas: Introdução à engenharia e disciplinas de física)

Como descrito na proposta original, neste nível propõem a serem trabalhados conceitos básicos, como conhecimento geral dos equipamentos existentes no conjunto que compõem a bancada, a utilização do rotâmetro junto ao uso de sensores para validação dos cálculos de pressão e vazão. A figura 4 demonstrará as atividades a serem desenvolvidas neste nível. Desta maneira, proporciona-se um estímulo maior para os alunos, pois já haverá um contato inicial com a prática.

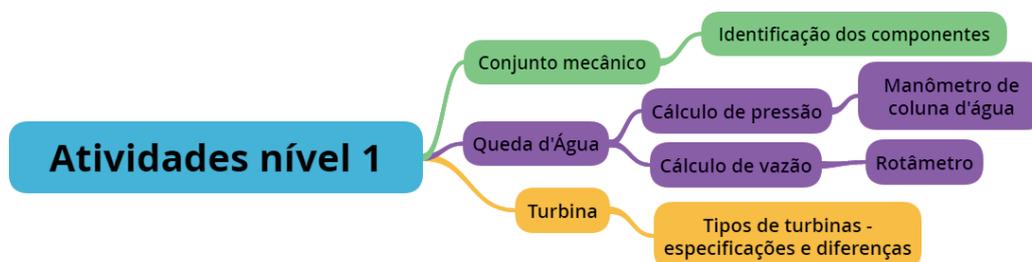


Figura 4 - Diagrama de atividades a serem realizadas no nível 1.

Fonte: Próprio

3.2 Nível 2: Comportamento hidrodinâmico e avaliação do sistema mecânico

(Disciplinas: Elementos de máquinas, fenômenos de transportes e máquinas térmicas e hidráulicas)

Neste nível serão apresentados aos alunos conceitos sobre hidrodinâmica e avaliarão o sistema mecânico que compõe a bancada. Para esse nível os alunos vão dispor de sensores mais adequados para a monitoração do sistema em funcionamento. As atividades propostas são: identificação dos elementos de máquinas, análise mecânica, análise de eficiência e tópicos transversais à mecânica, aferição de pressão

e vazão através de sensores, cálculo de eficiência da turbina e característica como máquina de fluxo, conforme demonstrado na figura 5.

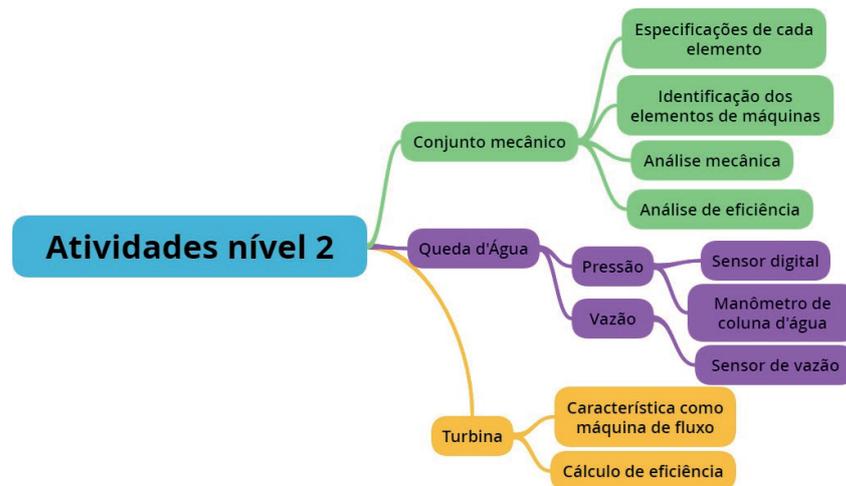


Figura 5 - Diagrama de atividades a serem realizadas no nível 2.

Fonte: Próprio

3.3 Nível 3: Geração de energia elétrica

(Disciplinas: Máquinas elétricas e conversão de energia)

Neste nível pretende-se abordar conceitos de máquinas elétricas e de conversão de energia pertinentes a formação dos graduandos, para que tenham um maior conhecimento na prática, como por exemplo, gerador síncrono, a relação turbina-gerador e seus temas transversais. A figura 6 demonstrará a abordagem pretendida.

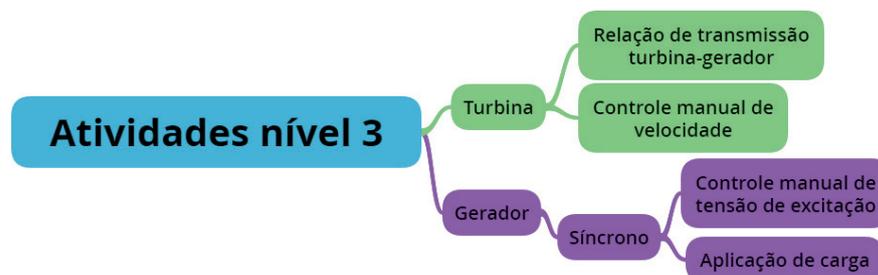


Figura 6 - Diagrama de atividades a serem realizadas no nível 3

Fonte: Próprio

3.4 Nível 4: Controle de processo e comportamento como sistema dinâmico

(Disciplinas: Modelagem de sistemas dinâmicos, teoria de controle, laboratório de controle, controle de processo, instrumentação industrial)

Neste nível o enfoque será inteiramente à métodos de controle para uma melhor eficiência dessa turbina, sendo os assuntos abordados como: Análise de estabilidade, tipos de controladores, protocolo de comunicação entre a planta e os controladores,

representação matemática do sistema, identificação do sistema, entre outros assuntos tangíveis a este nível, conforme a figura 7 mostrará.

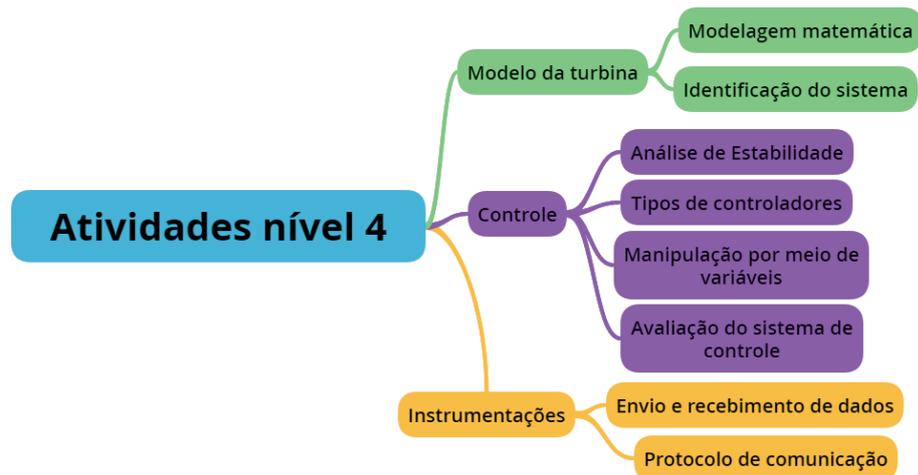


Figura 7 - Diagrama de atividades a serem realizadas no nível 4.

Fonte: Próprio

3.5 Nível 5: Manipulação e supervisão através dos conceitos de indústria 4.0

(Disciplinas: Sistema embarcados, Sistemas supervisórios, redes industriais)

Por fim o nível 5 será para as atividades correspondentes a indústria 4.0, com codificação do sistema embarcado para o protocolo MQTT para interação dos objetos com a internet, assim podendo supervisionar e configurar os *SetPoints* da planta, entre outras atividades. A figura 8 demonstrará o diagrama de atividades.



Figura 8 - Diagrama de atividades a serem realizadas no nível 5

Fonte: Próprio

4 | PERSPECTIVA DE RESULTADOS

Espera-se que com o desenvolvimento desta bancada as aulas referentes aos determinados assuntos que foram expostos, possam ser devidamente subsidiadas.

Por meio desta ferramenta consiga-se uma construção de conhecimento feito por “teias”, ou seja, por um melhor entrelaçamento de todos os conteúdos que abrangem a área de controle e automação. A figura 9 apresenta a bancada projetada com todos os equipamentos mecânicos, hidráulicos e elétricos necessários. Por sua vez, a figura 10 apresenta o diagrama de interligação dos dispositivos que compõem a bancada e que serão apresentados ao aluno os conceitos de indústria 4.0.

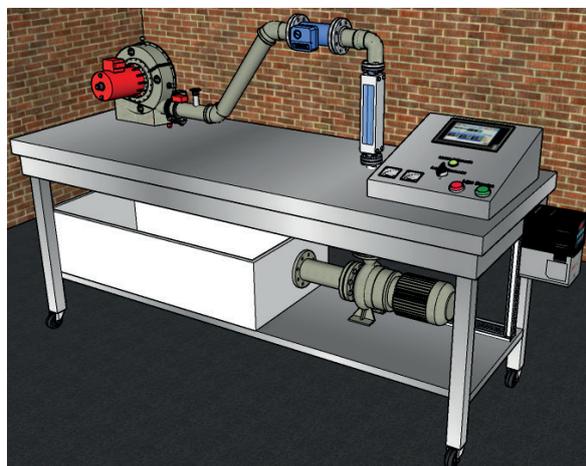


Figura 9 - Proposta da bancada didática em sistemas hidrelétricos e indústria 4.0.

Fonte: Próprio.

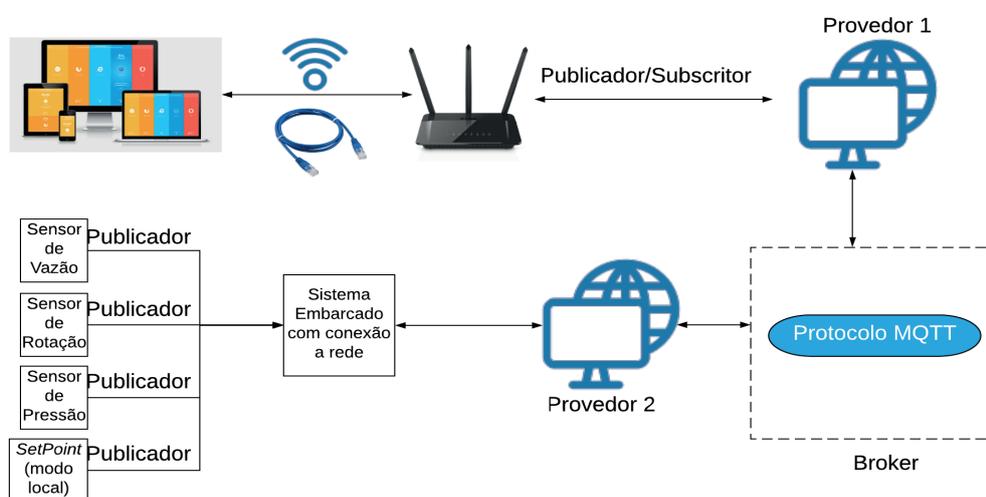


Figura 10 – Diagrama de interligação dos dispositivos na indústria 4.0

Fonte: Próprio.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mediante tudo que foi exposto neste trabalho, com a conclusão desta bancada, poderá ser utilizada em matérias importantes do núcleo específico como Modelagem de Sistemas Dinâmicos, Controle de Processo e Laboratório de Controle, bem como as matérias do núcleo básico e profissionalizante, Fenômenos de Transporte e Teoria

de Controle.

Desta forma o valor agregado em forma de conhecimento prático para o curso e para os alunos será de extrema importância, tendo em vista que, cada vez mais se necessita de profissionais altamente qualificados para execução de trabalhos mais complexos. Almejando que esses profissionais estejam aptos a não trabalhar somente no mercado estadual e sim em âmbito nacional.

6 | AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Rondônia - FAPERO, e ao Instituto Federal de Rondônia - IFRO, pelo apoio.

REFERÊNCIAS

ALVES, Kariston D. Laboratório de sistemas hidrelétricos aplicados a formação do engenheiro de energia – geração de energia elétrica e controle de sistemas dinâmicos. In: XLV Congresso Brasileiro De Educação em Engenharia, 2017, Florianópolis. **Anais**. Joinville, 2017.

SILVA, J. d. et al. Laboratório real de geração hidrelétrica -Proposta metodológica de utilização de bancada de ensaio de turbina hidráulica no curso de engenharia de energia. In: XLI Congresso Brasileiro De Educação em Engenharia, 2013, Rio Grande do Sul. **Anais**. Gramado, 2013.

ANEEL. **Banco de Informações de Geração**. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>. Acesso em: 19 abr. 2019.

ABDI. **Indústria 4.0**. Disponível em: <http://www.industria40.gov.br/>. Acesso em: 19 abr. 2019.

TURBULENT. **PROJECTS**. Disponível em: <https://www.turbulent.be/projects>. Acesso em: 24 abr. 2019

VILLAS-BOAS ET. AL., **Uma nova sala de aula é possível: Aprendizagem Ativa na Educação em Engenharia**. 1º ed. – Rio de Janeiro: LTC, 2019.

CONSUP., Resolução nº 3, de 17 de janeiro de 2017. **Projeto Pedagógico Do Curso De Engenharia De Controle E Automação Do Campus Porto Velho Calama**. Porto Velho: IFRO, 2017.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Alto forno 105, 108

B

Bancada didática 120, 123, 129, 273, 274, 277, 281, 282

C

Cartografia 131

Casca de arroz 131, 133, 135, 136, 137, 138, 139, 140

Cidades Inteligentes (CI) 1, 5, 7, 8

Comissionamento das unidades hidrelétricas 157, 165, 167

Concentrador solar 170

Conscientização ambiental 93

CPC 170, 171, 172, 175, 176

D

Dimensionamento 170, 171, 175, 176, 193

E

Educação ambiental 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104

Educação na escola 93

Energia solar 170, 171, 186, 187, 228, 233

Engenheiro de produção 53, 54, 55, 58, 59, 61, 62, 63, 64

Ensino universitário 13

Ergonomia 26, 27, 28, 35, 40, 41, 42, 51, 52, 58, 295

Estilo de liderança 53, 54, 55, 57, 58, 60, 61, 62, 63, 64

F

Fenômenos organizacionais 80

Função de produção hidrelétrica 160, 169

G

Gerador síncrono isolado 143

Governança corporativa 80, 82, 88, 89, 90, 91

I

Índice de aproveitamento 13

Indústria 4.0 120, 122, 123, 125, 126, 128, 129, 130

Inovação 3, 6, 7, 8, 57, 66, 67, 68, 73, 74, 75, 77, 78, 79, 281, 295

(Inter) Multidisciplinaridade 1, 2, 9

L

Liderança 38, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 60, 61, 62, 63, 64, 65

M

Método de Suzanne Rodgers 26, 28, 29, 34

Métodologias ativas 13

Método OWAS 26, 42, 44, 45, 50, 51

Microcontrolador PIC 143

Miniusinas 131, 139

O

Óptica 170, 175, 264, 265, 266, 268, 282, 285, 286, 287

P

Plano diretor 1

Política industrial 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 75, 76, 77, 78, 79

Política pública 66

Prevenção a acidentes 105

Programação não-linear inteira-mista 157, 158, 162

Projetos urbanos 1

Q

Questionário nórdico 26, 30, 34, 37

R

Regulador automático de tensão 143, 144, 145, 149, 150

Responsabilidade social 58, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 89, 90, 91, 200

S

Saúde do colaborador 26

Segurança do trabalho 38, 40, 52, 58, 295

Sistema de excitação 143, 145

Sistemas hidrelétricos 120, 121, 123, 124, 129, 130, 157

Sustentabilidade 7, 10, 58, 71, 80, 82, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 104, 295

T

Tecnologia da informação e comunicação (TIC) 1, 2, 3, 12

Temas transversais 93, 96, 98, 103, 127

Temperatura 36, 37, 105, 106, 107, 108, 109, 112, 116, 117, 118, 143, 147, 170, 172, 173, 174, 175, 179, 218, 220, 225, 226, 227, 229, 230, 231, 232, 233, 238, 282

V

Vigilância 40, 45, 47, 50

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-697-3



9 788572 476973