



Possibilidades e Enfoques para o Ensino das Engenharias 2

Henrique Ajuz Holzmann
Micheli Kuckla
(Organizadores)

Atena
Editora

Ano 2019

Henrique Ajuz Holzmann
Micheli Kuckla
(Organizadores)

Possibilidades e Enfoques para o Ensino das Engenharias 2

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Natália Sandrini e Lorena Prestes

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
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
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
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. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

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

P856 Possibilidades e enfoques para o ensino das engenharias 2 [recurso eletrônico] / Organizadores Henrique Ajuz Holzmann, Micheli Kuckla. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Possibilidades e Enfoques para o Ensino das Engenharias; v. 2)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-273-9

DOI 10.22533/at.ed.739192204

1. Engenharia – Estudo e ensino. 2. Engenharia – Pesquisa – Brasil. 3. Prática de ensino. I. Holzmann, Henrique Ajuz. II. Kuckla, Micheli.

CDD 658.5

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

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.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

As obras Possibilidades e Enfoques para o Ensino das Engenharias Volume 1 e Volume 2 abordam os mais diversos assuntos sobre a aplicação de métodos e ferramentas nas diversas áreas das engenharias a fim de melhorar a relação ensino-aprendizado, sendo por meio de levantamentos teórico-práticos de dados referentes aos cursos ou através de propostas de melhoria nestas relações.

O Volume 1 está disposto em 26 capítulos, com assuntos voltados a relações ensino-aprendizado, envolvendo temas atuais com ampla discussão nas áreas de Ensino de Ciência e Tecnologia, buscando apresentar os assuntos de maneira simples e de fácil compreensão.

Já o Volume 2 apresenta uma vertente mais prática, sendo organizado em 24 capítulos, nos quais são apresentadas propostas, projetos e bancadas, que visam melhorar o aprendizado dos alunos através de métodos práticos e aplicados as áreas de tecnologias e engenharias.

Desta forma um compendio de temas e abordagens que facilitam as relações entre ensino-aprendizado são apresentados, a fim de se levantar dados e propostas para novas discussões em relação ao ensino nas engenharias, de maneira atual e com a aplicação das tecnologias hoje disponíveis.

Boa leitura

Henrique Ajuz Holzmann

Micheli Kuchla

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
SIMULAÇÃO DE UM SISTEMA PRODUTIVO NO ENSINO DE GESTÃO DA PRODUÇÃO	
Daniel Antonio Kapper Fabricio	
Lisiane Trevisan	
DOI 10.22533/at.ed.7391922041	
CAPÍTULO 2	10
CULTURA DE SEGURANÇA – FATOR DETERMINANTE PARA A SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO EM INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA	
Lucass Melo	
Renata Evangelista	
Alexandre Bueno	
Débora Vasconcelos	
Carla Souza	
André Souza	
DOI 10.22533/at.ed.7391922042	
CAPÍTULO 3	23
ABORDAGEM DE SUSTENTABILIDADE NOS CURSOS BRASILEIROS DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO	
Gabriella Cavalcante de Souza	
Isadora Cristina Mendes Gomes	
Gustavo Fernandes Rosado Coêlho	
Ciliana Regina Colombo	
DOI 10.22533/at.ed.7391922043	
CAPÍTULO 4	35
ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO NUMA EMPRESA RECUPERADA POR TRABALHADORES: UMA EXPERIÊNCIA PARA O EXERCÍCIO DA INDISSOCIABILIDADE ENSINO-PESQUISA-EXTENSÃO	
Beatriz Mota Castro de Abreu	
Alice Oliveira Fernandes	
Tarcila Mantovan Atolini	
DOI 10.22533/at.ed.7391922044	
CAPÍTULO 5	47
PROTÓTIPO DE UM SISTEMA AUTOMÁTICO DE BUSCA E ARMAZENAGEM DE MATERIAIS PARA FINS DIDÁTICOS	
Walber Márcio Araújo Moraes	
Wesley de Almeida Souto	
DOI 10.22533/at.ed.7391922045	

CAPÍTULO 6	58
LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO DE ROBÓTICA BÁSICA APLICADA NO ENSINO DE MATEMÁTICA NO ENSINO FUNDAMENTAL	
Márcio Mendonça Lucas Botoni de Souza Rodrigo Henrique Cunha Palácios Paulo Henrique Arizono Lima Marília Gabriela de Souza Fabri José Augusto Fabri	
DOI 10.22533/at.ed.7391922046	
CAPÍTULO 7	71
ROBÓTICA EDUCACIONAL NA ENGENHARIA – SUMÔ DE ROBÔS	
Alessandro Bogila Denis Borg Fernando Deluno Garcia Ivan Luiz de Camargo Barros Moreira Joel Rocha Pinto Thales Prini Franchi Thiago Prini Franchi	
DOI 10.22533/at.ed.7391922047	
CAPÍTULO 8	84
BR.INO: UMA FERRAMENTA PARA ENSINO DE PROGRAMAÇÃO EM ARDUINO PARA APLICAÇÕES EM ROBÓTICA USANDO LINGUAGEM NATIVA	
Gabriel Rodrigues Pacheco Mateus Berardo de Souza Terra Rafael Mascarenhas Dal Moro Víctor Rodrigues Pacheco Carlos Humberto Llanos	
DOI 10.22533/at.ed.7391922048	
CAPÍTULO 9	94
RELATO DE EXPERIÊNCIA: USO DE TÉCNICAS GAMIFICAÇÃO NO ENSINO DE PROCESSAMENTO DIGITAL DE SINAIS	
Caio Sanches Bentes Ronaldo de Freitas Zampolo	
DOI 10.22533/at.ed.7391922049	
CAPÍTULO 10	105
LABORATÓRIO DE SISTEMAS HIDRELÉTRICOS APLICADO À FORMAÇÃO DO ENGENHEIRO DE ENERGIA – GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA E CONTROLE DE SISTEMAS DINÂMICOS	
Kariston Dias Alves Rudi Henri Van Els	
DOI 10.22533/at.ed.73919220410	

CAPÍTULO 11 117

A IMPORTÂNCIA DO LABORATÓRIO DE ENERGIAS ALTERNATIVAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ NO DESENVOLVIMENTO DE PESQUISAS E FORMAÇÃO DE ENGENHEIROS

Francisco Jeandson Rodrigues da Silva
Douglas Aurélio Carvalho Costa
Obed Leite Vieira
Fellipe Souto Soares
Paulo Cesar Marques de Carvalho
Magna Livia Neco Rabelo
Pollyana Rodrigues de Carvalho

DOI 10.22533/at.ed.73919220411

CAPÍTULO 12 129

AValiação DO USO DA TECNOLOGIA SOFTPLC PARA APRENDIZAGEM DE TÉCNICAS DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO

Deliene Costa Guimarães
Reberth Carolino de Oliveira
Renata Umbelino Rêgo

DOI 10.22533/at.ed.73919220412

CAPÍTULO 13 140

CONSTRUÇÃO DE UMA BANCADA DIDÁTICA DE BAIXO CUSTO PARA ENSINO DE SISTEMAS DE CONTROLE

Everton Machado
Alexsandro dos Santos Silveira
João Artur de Souza

DOI 10.22533/at.ed.73919220413

CAPÍTULO 14 152

PAINEL DIDÁTICO PARA ENSINO-APRENDIZAGEM DE INSPEÇÃO TERMOGRÁFICA APLICADA À MANUTENÇÃO ELÉTRICA

Priscila Ribeiro Amorim de Almeida
Pablo Rodrigues Muniz

DOI 10.22533/at.ed.73919220414

CAPÍTULO 15 165

PROPOSTA DE KIT DIDÁTICO PARA ESTUDO DE INTEGRIDADE DE SINAL EM PLACAS DE CIRCUITO IMPRESSO

Pablo Dutra da Silva
Giovane Rodrigues de Oliveira
Gustavo Melsi Floriani

DOI 10.22533/at.ed.73919220415

CAPÍTULO 16 177

ANÁLISE E ATENUAÇÃO DE RISCOS DE INCÊNDIOS E CHOQUE ELÉTRICO EM INSTALAÇÕES ELÉTRICAS EM MORÁDIAS DE BAIXA RENDA

Márcio Mendonça
Lucas Botoni de Souza
Rodrigo Henrique Cunha Palácios
Giovanni Bruno Marquini Ribeiro
Marco Antônio Ferreira Finocchio
José Augusto Fabri

DOI 10.22533/at.ed.73919220416

CAPÍTULO 17	190
SIMULADOR COMPUTACIONAL PARA ENSINO DE PROTEÇÃO DE SISTEMAS ELÉTRICOS DE POTÊNCIA	
<p>Luiz Guilherme Riva Tonini Oureste Elias Batista Augusto César Rueda Medina Andrei Carlos Bastos</p>	
DOI 10.22533/at.ed.73919220417	
CAPÍTULO 18	203
CONSTRUÇÃO E VALIDAÇÃO DE UMA BANCADA DIDÁTICA PARA CARACTERIZAÇÃO DE COMPRESSORES	
<p>Alexsandro dos Santos Silveira João Artur de Souza</p>	
DOI 10.22533/at.ed.73919220418	
CAPÍTULO 19	215
DESENVOLVIMENTO DE UM PÓRTICO INSTRUMENTADO DIDÁTICO	
<p>Matheus Berghetti Albino Moura Guterres Alexsander Furtado Carneiro</p>	
DOI 10.22533/at.ed.73919220419	
CAPÍTULO 20	226
AUTOMAÇÃO DOS PROCESSOS DE VERIFICAÇÃO DE PERFIS DE AÇO LAMINADO SOLICITADOS À FLEXÃO NORMAL SIMPLES E AXIALMENTE CONFORME CRITÉRIOS DA ABNT NBR 8800:2008	
<p>Lucas Tarlau Balieiro Marcelo Rodrigo de Matos Pedreiro Roberto Racanicchi</p>	
DOI 10.22533/at.ed.73919220420	
CAPÍTULO 21	241
ENSAIO DE FLEXÃO DE UMA VIGA COMO FERRAMENTA PARA O ENSINO DE TRANSFORMAÇÕES DE TENSÕES	
<p>Bruno Eizo Higaki Fernando Cesar Dias Ribeiro Marcello Cherem</p>	
DOI 10.22533/at.ed.73919220421	
CAPÍTULO 22	251
UTILIZAÇÃO DE PROJETOS DE DIMENSIONAMENTO DE ADUTORAS E CANAIS NA DISCIPLINA HIDRÁULICA DO CURSO DE GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA CIVIL	
<p>Kelliany Medeiros Costa José Leandro da Silva Duarte Maria Leandra Madeiro de Souza</p>	
DOI 10.22533/at.ed.73919220422	
CAPÍTULO 23	259
MEDIÇÃO DA PRODUTIVIDADE DA EQUIPE DE MANUTENÇÃO ATRAVÉS DA INOVADORA METODOLOGIA SIX SIGMA: UM ESTUDO EMPÍRICO	
<p>André Luis Martins de Souza Pedro de Freitas Silva</p>	
DOI 10.22533/at.ed.73919220423	

CAPÍTULO 24	287
UTILIZAÇÃO DA TÉCNICA DE VELOCIMETRIA POR IMAGENS DE PARTÍCULAS (PIV) PARA O ESTUDO DE DEFORMAÇÕES EM PAINÉIS DE MADEIRA DE <i>PINUS OCCARPA</i>	
Eduardo Hélio de Novais Miranda	
Rodrigo Allan Pereira	
DOI 10.22533/at.ed.73919220424	
SOBRE OS ORGANIZADORES.....	295

ABORDAGEM DE SUSTENTABILIDADE NOS CURSOS BRASILEIROS DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Gabriella Cavalcante de Souza

gabriella.cavalcante@hotmail.com

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (PEP)
Campus Universitário Lagoa Nova
59078-970 – Natal – RN

Isadora Cristina Mendes Gomes

isadora_cmg@yahoo.com.br

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (PEP)
Campus Universitário Lagoa Nova
59078-970 – Natal – RN

Gustavo Fernandes Rosado Coêlho

gustavo@imd.ufrn.br

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (PEP)
Campus Universitário Lagoa Nova
59078-970 – Natal – RN

Ciliana Regina Colombo

cilianacolombo@gmail.com

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (PEP)
Campus Universitário Lagoa Nova
59078-970 – Natal – RN

meio de comparação entre a carga horária dos componentes curriculares relacionadas à área em estudo e a carga horária total de cada um dos cursos de graduação em Engenharia de Produção Plena em todo o Brasil, com o objetivo de verificar o grau de inserção da temática da sustentabilidade nos currículos. Adicionalmente, buscou-se verificar se os cursos de graduação com melhor avaliação pelos critérios estabelecidos pelo Ministério da Educação (MEC) possuem uma maior incidência de componentes curriculares relacionados com a área em estudo. Os resultados encontrados por meio de análises estatísticas realizadas via software R apontaram que as estruturas curriculares dos cursos de graduação em Engenharia de Produção Plena do Brasil que têm maior Conceito Preliminar do Curso (CPC) (4 e 5) não possuem necessariamente maior carga horária de abordagem de sustentabilidade e que 81,25% dos cursos analisados com CPC 3 tem carga horária dos componentes curriculares da área inferior ao percentual sugerido pelo estudo como sendo adequando, que foi 5,5%, e para o grupo de cursos com CPC 4 e 5 o número sobe para 91,30%.

PALAVRAS-CHAVE: Formação de profissionais. Engenharia de Produção. Componentes Curriculares. Carga Horária.

RESUMO: Esta pesquisa realizou-se por

ABSTRACT: This research was carried out by

means of a comparison between the time load of the curricular components related to the study area and the total time load of each of the undergraduate courses in Full Production Engineering in Brazil, in order to verify the degree integration of the theme of sustainability in curricula. Additionally, it was sought to verify if the undergraduate courses with better evaluation by the criteria established by the Ministry of Education (MEC) have a higher incidence of curricular components related to the study area. The results obtained through statistical analysis carried out through R software pointed out that the curricular structures of undergraduate courses in Full Production Engineering in Brazil that have a higher Preliminary Course Concept (CPC) (4 and 5) do not necessarily have a higher and that 81.25% of the courses analyzed with CPC 3 have a time load of the curricular components of the area inferior to the percentage suggested by the study as being adequate, which was 5.5%, and for the group of courses with CPC 4 and 5 the number rises to 91.30%.

KEYWORDS: Training of professionals. Production engineering. Curricular components. Workload.

1 | INTRODUÇÃO

Conforme estabelecem a Constituição Federal Brasileira vigente (CF/1988) e também os princípios e fins da educação nacional, inscritos na Lei de Diretrizes e Bases (LDB), são deveres da família e do Estado o pleno desenvolvimento do educando, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho (BRASIL, 1996).

Segundo Duhram (2003), considerada a autonomia universitária estabelecida pela LDB e pela própria CF/1988, cabe às Instituições de Ensino Superior (IES) fixar seus cursos e programas e deliberar sobre as estruturas curriculares dentro do que preconiza o Ministério da Educação (MEC).

Cunha e Borges Neto (2001) dizem que “o currículo tem relação com o modelo de sociedade, na medida em que, através do currículo, difundem-se conhecimentos, valores, conceitos, interpretações dos fatos sociais”, cabendo às universidades e outras instituições de ensino superior a adequação de suas bases curriculares à realidade social posta.

Em recente publicação, sobre o papel das universidades e instituições afins, Rodriguez-Solera e Silva-Laya (2017), replicando Garcia (2010), afirmam que as instituições de ensino superior podem tornar-se um fator chave na promoção de desenvolvimento, pelo papel que desempenham na formação de profissionais, cientistas, e ainda considerando que alguns dos quais assumirão posição de liderança em seus países. Este posicionamento coloca as IES em uma posição privilegiada para gerar consciência em futuros líderes considerando-se as responsabilidades e oportunidades oferecidas pelo que se denominou Desenvolvimento Sustentável (DS).

DS, conceito formulado por ocasião da reunião da Comissão Mundial sobre

Meio Ambiente e Desenvolvimento, ocorrida em 1983, que resultou no Relatório Brundtland, e firmada na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, realizada na cidade do Rio de Janeiro, em 1992 (Rio-92), corresponde a um modelo de desenvolvimento resultante do crescimento econômico necessário, associado à garantia da preservação do meio ambiente e ao desenvolvimento social para o presente e para as gerações futuras.

O papel da educação, dentro do contexto de desenvolvimento sustentável, se apresenta tão importante que as Nações Unidas, por ocasião da Conferência Rio + 20 e por meio da sua Resolução N.º. 57/254, declararam o período de 2005 até 2014 como sendo a Década da Educação para o Desenvolvimento Sustentável (DESD), tendo sido nomeada a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) como responsável pela implementação desta iniciativa, por meio do estabelecimento de um plano de implementação internacional.

Para Colombo et al. (2014), a ideia principal da DESD foi a de criar um conjunto de parcerias que buscasse reunir uma vasta gama de interesses e preocupações, ser um instrumento de mobilização e divulgação de informações, e, ainda, construir uma matriz de responsabilidades em que governos, organizações internacionais, sociedade civil, setor privado e comunidades locais em todo o mundo.

No contexto brasileiro, observa-se que um número considerável de universidades não conseguiu acompanhar a evolução do ensino superior ocorrido em todo o mundo, já que ainda aplica modelos curriculares desconectados da realidade e do contexto cultural, adotando métodos de ensino centrados em aspectos que não conseguem orientar o estudante a aprender a pensar integrando as diferentes especialidades curriculares.

Neste trabalho, destaca-se o papel do profissional com formação superior em engenharia, cujos cursos de graduação seguem a Resolução do Conselho Nacional de Educação/Câmara de Educação Superior (CNE/CES) n.º 11/2002, a qual institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia, e, mais especificamente, com formação em Engenharia de Produção Plena e sua capacidade em empreender soluções aos problemas relativos às questões socioambientais e, em particular, à sustentabilidade.

Colombo et al. (2014) configuram que corresponde a papel fundamental da engenharia nas sociedades modernas a exigência de profissionais da engenharia não somente tecnicamente especializados, mas que disponham de conhecimento cultural global, de ética pessoal e profissional, juntamente com sólidas competências transversais e com capacidade para responder a outras questões, como a da sustentabilidade. Os autores ainda corroboram com a visão de uma formação mais ampla, onde o engenheiro necessita balizar suas ações em um novo paradigma, o Holístico-Ecológico, da Sustentabilidade, e agir de forma sistêmica e contextualizada. Entendendo que a sustentabilidade é uma das principais demandas da sociedade moderna e que corresponde a uma das atribuições cabíveis aos profissionais da

engenharia e mais diretamente aos profissionais com formação em engenharia de produção, se faz importante questionar: estes profissionais apresentam capacitação e características requeridas ao profissional do presente e do futuro, ou seja, um profissional técnico, social, ambiental, eticamente responsável?

Nesse sentido, baseando-se em definições estabelecidas pelo *International Institute of Industrial Engineering (IIIE)*, Cunha (2002) afirma como competências da Engenharia de Produção o projeto, a implantação, a operação, a melhoria e a manutenção de sistemas produtivos integrados de bens e serviços, envolvendo homens, materiais, tecnologia, informação e energia. E ainda, especificar, prever e avaliar os resultados obtidos dos sistemas para a sociedade e o meio ambiente, recorrendo a conhecimentos especializados da matemática, física, ciências humanas e sociais, conjuntamente com os princípios e métodos de análise e projeto de engenharia.

No Brasil predominam dois tipos de cursos nesta área: os cursos ditos plenos e os cursos concebidos como habilitações específicas de um dos ramos tradicionais da engenharia, sendo que, segundo a legislação vigente, a modalidade plena é a única a proporcionar a habilitação do egresso como engenheiro de produção (CUNHA, 2002).

A formação dos engenheiros precisa estar ligada ao conceito de sustentabilidade em suas dimensões consideradas clássicas, quais sejam as dimensões social, ambiental, institucional e econômica, dentre outras, e que tenha vistas de que o desenvolvimento é limitado pelo ambiente, já que todas as ações humanas o impactam e são supridas por ele (KEINER, 2004). Segundo Ull Solís et al. (2010) e Mintz et al. (2013), estes profissionais precisam respeitar os relacionamentos humanos, a coletividade e a natureza dada às necessidades da sociedade.

Então, é importante investigar e conhecer se as estruturas curriculares dos cursos de graduação em Engenharia de Produção no Brasil contemplam disciplinas compatíveis e relacionadas a esta temática, considerando a observação da existência e da quantificação de carga horária empregada, fazendo comparação com a carga horária total de cada um dos cursos pesquisados.

Assim sendo, o presente trabalho apresenta como objetivos identificar o grau de inserção da temática da sustentabilidade nos currículos dos cursos de graduação em Engenharia de Produção Plena em todo o Brasil.

2 | MÉTODO DA PESQUISA

O presente estudo consiste de um levantamento com objetivos exploratório-descritivo e de abordagem quantitativa, valendo-se de pesquisa bibliográfica e documental. A pesquisa tem também caráter comparativo, ao haver confrontação entre os grupos dos índices de carga horária de abordagem de sustentabilidade das estruturas curriculares dos cursos de graduação em Engenharia de Produção Plena do Brasil, bem como observacional, haja vista não existir interferência na coleta das informações e variáveis de interesse ao estudo.

A fim de focar o estudo, orientar a estratégia da pesquisa e possibilitar a organização dos resultados, foram definidas hipóteses para o estudo, que estruturaram-se a partir do contexto apresentado. As hipóteses a serem analisadas no estudo são:

- **Hipótese nula (H0):** As estruturas curriculares dos cursos de graduação em Engenharia de Produção Plena do Brasil que têm maior classificação no Conceito Preliminar de Curso (CPC) não possuem maior carga horária de abordagem sobre sustentabilidade.
- **Hipótese alternativa (H1):** As estruturas curriculares dos cursos de graduação em Engenharia de Produção Plena do Brasil que têm maior classificação no CPC possuem maior carga horária de abordagem sobre sustentabilidade.

A sequência de passos para consecução dos objetivos da pesquisa está representada na Figura 1 e detalhada a seguir.

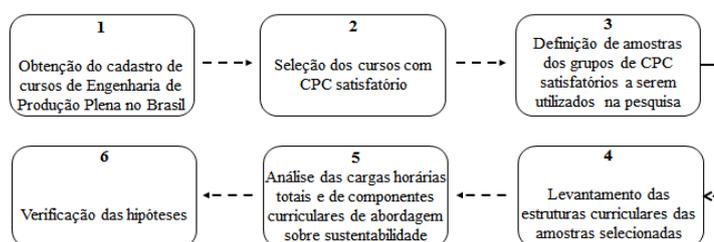


Figura 1 – Etapas da pesquisa

Fonte: Autores

A obtenção do cadastro dos cursos de Engenharia de Produção Plena no Brasil (etapa 1), universo inicial da pesquisa, realizou-se a partir da listagem de Instituições e Cursos de Educação Superior fornecida pelo e-MEC (MEC, 2016). Dentre os cursos de graduação de Engenharia de Produção no Brasil havia cursos com enfoque em áreas específicas, a exemplo dos cursos de Engenharia de Produção Agroindustrial, Produção Mecânica, Produção Civil, Produção Elétrica, Produção Química e Automação, bem como cursos de Engenharia de Produção Plena.

Apenas o total de cursos de Engenharia de Produção Plena foi considerado o universo da pesquisa e, por meio de amostragem por julgamento, foram selecionados os cursos com o CPC igual ou superior a três (etapa 2), índice considerado satisfatório (BRASIL, 2008).

A escolha pelo índice CPC deu-se a estruturação da nota. Ela é composta por três pesos sendo o maior deles correspondente de avaliação o desempenho dos estudantes, com peso de 55%. A percepção discente sobre as condições do processo formativo, incluindo infraestrutura e instalações, organização didático pedagógica e oportunidade de ampliação da formação acadêmica e profissional tem peso de 15% no CPC e titulação do corpo docente peso de 30% (INEP, 2015). Com esta composição,

o CPC é instituído como o indicador de qualidade de cursos superiores, conforme a Portaria Normativa nº 40, de 12 de dezembro de 2007 (BRASIL, 2010).

Para a definição de amostras dos grupos de CPC satisfatório a serem utilizados (etapa 3), utilizou-se o trabalho realizado por Colombo et al. (2012), justificando-se pelo fato de que para obter o número de amostra relevante ao estudo, por meio de uma seleção probabilística aleatória simples, é necessário um desvio padrão, iniciando o processo de amostragem. Como não havia desvio conhecido, foi necessário utilizar os dados do estudo citado, que teve como um dos objetivos descrever como a temática socioambiental é trabalhada nos currículos dos cursos de Engenharia de Produção Plena nas instituições de ensino da rede pública do nordeste brasileiro, fazendo uma análise das estruturas curriculares e respectivas ementas das disciplinas dos cursos.

Aos cursos listados no estudo de Colombo et al.(2012) atribuiu-se o CPC atual disponibilizado pelo e-MEC no último relatório publicado do ano de 2014 (Tabela 1). Os cursos listados do estudo base que no momento da pesquisa não dispunham de CPC não foram considerados nessa etapa de aplicação.

Cursos	Carga horária mínima	Componentes curriculares obrigatórios relacionados à sustentabilidade	Carga horária componentes curriculares obrigatórios relacionados à sustentabilidade	%	CPC
UNIVASF	3765	2	60	1,60	3
UNEB	3390	3	135	4,00	3
UFERSA	3540	3	180	5,10	3
UFCG	3480	3	180	5,20	3
UFPI	3885	6	345	8,90	3
UFRN	3915	6	360	9,20	3
UFPE - Recife	3600	3	90	2,50	4
UFPB	3750	3	120	3,20	4
UFS	3870	3	210	5,40	4

Tabela 1 - Percentual da carga horária dos componentes curriculares obrigatórios relacionadas à sustentabilidade dos cursos de engenharia por carga horária disponibilizada do estudo realizado por Colombo et al. (2012) e classificação atual do CPC

Fonte: Adaptado de Colombo et al. (2012)

Com base nos dados da Tabela 1, foram organizados dois grupos distintos: Grupo 1, o qual engloba cursos com CPC 3, e Grupo 2, que abrange cursos com CPC 4 e 5. A partir dessa divisão, foram calculados os desvios padrão dos percentuais de carga horária sobre sustentabilidade do Grupo 1 e um outro desvio padrão do Grupo 2. Tais dados foram utilizados para cálculo do desvio padrão S, que é base para estimar a variância desconhecida da amostra do estudo.

A variância, posteriormente, foi utilizada para realização do teste Cálculo do

Poder do Teste e de Tamanho de Amostra, por meio do software R (programa livre para computação estatística e gráficos) para determinação do tamanho das amostras, juntamente com valores de delta, que relaciona a diferença padronizada entre a média dos dois grupos, do nível de significância que controla o erro e do poder do teste.

A decisão pelo uso do teste se deu pelo objetivo principal do poder do teste ser de conhecer o quanto o teste de hipóteses controla um erro do tipo II, ou seja, a função poder do teste é a probabilidade de rejeitarmos H_0 . O cálculo do teste resultou no tamanho da amostra a ser coletada aleatoriamente, também via software R, de indivíduos para cada grupo.

Selecionadas as amostras, buscou-se as estruturas curriculares dos cursos nos endereços eletrônicos das IES ou solicitadas diretamente à instituição (etapa 4) e, então, procedeu-se a identificação das disciplinas com abordagem sobre sustentabilidade, para que houvesse a construção do índice que relaciona percentualmente as cargas horárias com enfoque sobre sustentabilidade (CH sustentabilidade) dos cursos de graduação com total mínimo de carga horária exigida para a graduação em Engenharia de Produção (CH mínima total) de cada IES (etapa 5).

Por fim, foi verificada a aceitação das hipóteses, por meio da construção do gráfico do tipo *Box Plot*, devido a este mostrar mais facilmente a posição central dos dados (mediana) e a tendência, a fim de avaliar a distribuição empírica dos dados comparando o resultado entre os grupos (etapa 6).

3 | ANÁLISE E DESCRIÇÃO DOS DADOS

Encontrou-se o total de registros de cursos de graduação em Engenharia de Produção no Brasil, a saber: 837. Desses, 59 cursos têm enfoque em áreas específicas, dessa maneira, optou-se por não considerar este quantitativo que corresponde a menos de 7% do total mencionado.

Os cursos de Engenharia de Produção com enfoques diversos não foram considerados, pois há cursos que são direcionados para a área ambiental ou correlata, a exemplo do curso com enfoque Agroindustrial, que têm alta incidência de componentes curriculares socioambientais em sua estrutura curricular.

Dessa forma, o universo da pesquisa resultou no total de 778 cursos de Engenharia de Produção Plena. Este total, após amostragem por julgamento, foi reduzido a 210 cursos com CPC avaliado como satisfatório, que compreende aqueles com conceito 3, 4 ou 5. O novo universo representa 25,09% do total dos cursos existentes de Engenharia de Produção Plena.

Sendo ainda o universo da pesquisa amplo, fez-se necessário retirar uma amostragem para realização do estudo. Decidiu-se determinar o tamanho da amostra significativa por meio do *software R*, usando o comando “power.t.test”. Para operacionalização do cálculo, utilizou como delta o valor de 1, ou seja, uma diferença

de 1% já seria algo importante na divisão entre CH sustentabilidade e CH mínima total; o nível de significância (sig.level) adotado foi 0,05 e ao poder do teste (*power*) foi atribuído o valor de 0,70, pois estes são valores usualmente utilizados; utilizou-se na variável *type* o dado que permite realizar o cálculo para duas médias, característica do estudo; e para o tipo de teste foi inserido comando para cálculo de teste unilateral.

Além das variáveis citadas, foi necessário também ter o desvio padrão *S* da amostra. Para obtenção deste dado, utilizou-se, primeiramente, o cálculo do desvio padrão simples, tendo como entrada os valores dos desvios padrões dos percentuais de carga horária sobre sustentabilidade dos grupos do estudo tomado como base, realizado por Colombo et al. (2012), quais sejam: Grupo 1, com 6 unidades, e Grupo 2, contendo 3 unidades, conforme mostrou a Tabela 1. Os resultados obtidos do Grupo 1 foi $\sigma = 2,93$ e para o Grupo 2, $\sigma = 1,51$.

De posse dos resultados dos desvios padrão por cada grupo do estudo base, foi calculado o desvio padrão *S* desconhecido da amostra, necessário como dado de entrada do comando “power.t.test”, tendo como resultado $S \approx 2,60$.

Com o desvio padrão *S*, juntamente com os valores de $\delta = 1$, sig.level = 0.05 e power = 0.70, realizou-se os cálculos resultando numa amostra a coletar de 64 indivíduos para cada grupo do universo 210 cursos de graduação em Engenharia de Produção Plena com CPC satisfatório.

Fazendo uma separação por grupos das 210 unidades, tem-se: Grupo 1, com 162 unidades, cursos com CPC 3, e Grupo 2, contendo 48 unidades e que abrange cursos com CPC 4 e 5. Para o Grupo 1, a seleção da amostra foi realizada aleatoriamente via software R. No caso do Grupo 2 o quantitativo de 64 foi maior que a população deste grupo, ocorrendo a realização de um censo.

Após serem selecionados aleatoriamente os 112 cursos, foram identificados todos os componentes curriculares obrigatórios ligados à abordagem sobre sustentabilidade de cada um dos cursos e feita a correlação acerca dos componentes curriculares abordados na pesquisa (Figura 2).

GRUPO 1 - CPC 3				
IES	Carga horária em Sustentabilidade	Carga horária Total	Carga horária em Sustentabilidade (%)	Frequência acumulada em relação ao total de cursos
1 UNIVAS	32	3600	0.89%	1.56%
2 FPD	40	4320	0.93%	3.13%
3 UNIPAM	40	3620	1.10%	4.69%
4 FACCI	45	3600	1.25%	6.25%
5 CEUN-IMT	68	5278	1.29%	7.81%
6 UNIVERSO	60	4260	1.41%	9.38%
7 FIEL	60	3960	1.52%	10.94%
8 UNIVATES	60	3790	1.58%	12.50%
9 UCAM	60	3630	1.65%	14.06%
10 Católica em Jaraguá	60	3630	1.65%	15.63%
(...)				
58 PUC-MINAS	238	3888	6.12%	90.63%
59 UNIVERSO	240	3720	6.45%	92.19%
60 UFSCAR	270	4050	6.67%	93.75%
61 UFRN	300	4155	7.22%	95.31%
62 UFCG	270	3630	7.44%	96.88%
63 AFARP	280	3753	7.46%	98.44%
64 ANHANGUERA DE SANTA BÁRBARA	336	3840	8.75%	100.00%

Figura 2 – Percentual da carga horária dos componentes curriculares obrigatórios relacionados à temática sobre sustentabilidade dos cursos de Engenharia de Produção Plena de CPC 3 por carga horária disponibilizada.

De maneira similar, a Figura 3 reúne os resultados do que foi obtido sobre os componentes curriculares relacionados à temática sobre sustentabilidade referente aos cursos de Engenharia de Produção Plena com CPC 4 e 5 da amostra da pesquisa, bem como o percentual entre a carga horária de tais componentes e a carga total disponibilizada.

GRUPO 2 - CPC 4 E 5				
IES	Carga horária em Sustentabilidade	Carga horária Total	Carga horária em Sustentabilidade (%) Carga horária total	Frequência acumulada em relação ao total de cursos
1 UFRJ	30	3630	0.83%	2.17%
2 USJT	40	4624	0.87%	4.35%
3 UVV	40	4180	0.96%	6.52%
4 UNIARARAS	60	4786	1.25%	8.70%
5 UERJ	60	4665	1.29%	10.87%
6 UFF	64	4292	1.49%	13.04%
7 UCL	60	3960	1.52%	15.22%
8 UFRGS	60	3840	1.56%	17.39%
9 PUCRS	60	3760	1.60%	19.57%
10 UFPA	60	3735	1.61%	21.74%
(-)				
42 CESF	180	3600	5.00%	91.30%
43 UNISINOS	240	4274	5.62%	93.48%
44 FPI	240	3720	6.45%	95.65%
45 FACULDADE PITÁGORAS DE GUARAPARI	240	3720	6.45%	97.83%
46 UEPA	420	5620	7.47%	100.00%

Figura 3 – Percentual da carga horária dos componentes curriculares obrigatórios relacionados à temática sobre sustentabilidade dos cursos de Engenharia de Produção Plena de CPC 4 e 5 por carga horária disponibilizada.

Fonte: Autores

Dos dados presentes nas Figuras 2, é possível inferir que a maior parte dos cursos, 78,13% e 89,13%, respectivamente para os Grupos 1 e 2, possuem menos de 5% de carga horária voltada a temática sobre sustentabilidade, o que pode ser observado tanto pela distribuição dos quartis da Figura 4.

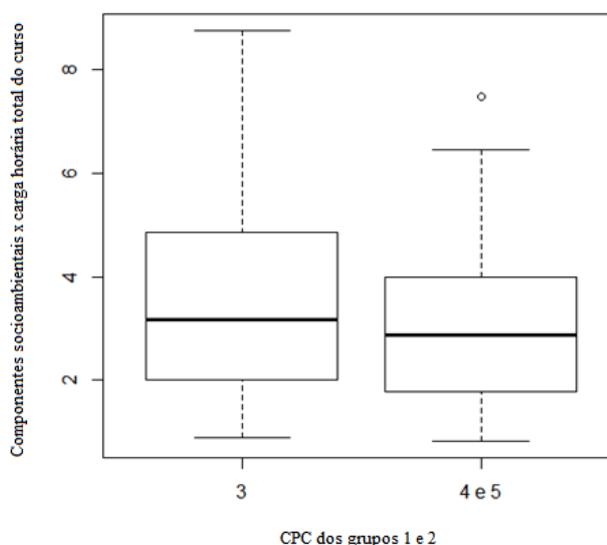


Figura 4 – Gráfico Box Plot para grupos amostrais da pesquisa

Fonte: Autores

Os cursos com maiores índices (CH sustentabilidade/CH mínima total) possuem

respectivamente 8,75%, 7,46% e 7,4% no Grupo 1 e 7,47% e dois cursos com 6,45%, no Grupo 2 dando indício de que não há relação direta entre cursos com maiores CPC e maior carga horária sobre sustentabilidade em sua estrutura curricular.

A fim de que se possa constatar se é possível rejeitar ou não a H_0 , realizou-se o teste P para verificar para verificar se o tamanho da amostra coletada foi suficiente para fazer inferências. Como em um dos grupos foi realizado um censo, foi realizado o teste para apenas um dos grupos (grupo 1 – CPC 3), no qual foi realizada amostragem, conforme já explicitado.

A partir da média dos valores do grupo 2 (CPC 4 e 5) de 3,10, foi verificado se a média da estimativa da amostra é igual ou diferente da média do outro grupo no qual foi realizado censo.

O valor de p encontrado foi de 0,06457 e este valor nos permite dizer que há evidência insuficiente contra H_0 , o que significa que não há evidência amostral para afirmar que as estruturas curriculares dos cursos de graduação em Engenharia de Produção Plena do Brasil que têm maior classificação no CPC possuem maior carga horária de abordagem sobre sustentabilidade.

Além dessa análise, conforme os dispositivos legais apresentados pela ABEPRO, no tocante às subáreas da Engenharia de Produção, a Resolução 11/2002 do (CNE, 2002), as estruturas curriculares dos cursos de engenharia devem ser formadas por três núcleos de conteúdos, quais sejam: básicos, profissionalizantes e específicos, onde o primeiro grupo de conteúdos deve compreender 30% da carga horária mínima do curso, e o percentual para os conteúdos profissionalizantes de 15%, ficando para os conteúdos específicos, que se constituem em extensões e aprofundamentos dos conteúdos do núcleo de conteúdos profissionalizantes, além de conteúdos destinados a caracterizar modalidades, 55% da carga horária mínima exigida.

A ABEPRO divide a Engenharia de Produção em dez grandes subáreas, entre elas a Engenharia da Sustentabilidade (ABEPRO, 2008). Considerando que estes estão compreendidos no grupo de conhecimentos profissionalizantes, ao englobarem conhecimentos científicos, tecnológicos e instrumentais necessários para o desenvolvimento das competências e habilidades de um profissional de Engenharia de Produção, é plausível sugerir que a carga horária atribuída a este grupo de conhecimento segundo a Resolução do CNE/CSE nº 11/2002, 55%, seja distribuída igualmente entre as dez subáreas existentes.

Dessa maneira, aos componentes curriculares ligados à Engenharia da Sustentabilidade, subárea que abrange a temática sobre sustentabilidade, poderia ser atribuído pelas IES o percentual de 5,5% da carga horária disponibilizada dos cursos de graduação em Engenharia de Produção Plena. A partir das informações disponibilizadas nas tabelas 2 e 3 e tendo em vista o gráfico Box Plot elaborado com os dados da pesquisa, verifica-se que 81,25% dos cursos do grupo 1 tem carga horária dos componentes curriculares referentes à sustentabilidade inferior ao percentual sugerido e para o grupo 2 o número sobe para 91,30%.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se perceber uma lacuna na formação dos engenheiros de produção do país no tocante as questões ligadas à sustentabilidade, refletida na insuficiência de componentes curriculares que abordam a pauta. A evidencia é a falta de diretrizes concisas do próprio MEC, que relega a questão sobre sustentabilidade a segundo plano ao determinar que os cursos de graduação insiram em sua estrutura curricular componentes correlatos sem especificar uma carga horária mínima, nem tecer diretrizes que tracem alguma relação entre elas e as demais.

Foi possível verificar que não há, necessariamente, relação direta entre a classificação do curso pelo MEC e uma abordagem sobre sustentabilidade, não rejeitando a hipótese nula. O senso realizado entre os melhores cursos torna indiscutível o fato de que esses não só não possuem tal relação como, em alguns casos, estão aquém da média dos percentuais das cargas horárias dos componentes ligados à sustentabilidade dos cursos com menor CPC.

Apesar dos instrumentos de avaliação do MEC relativos a cursos e instituições exigirem a abordagem sobre sustentabilidade nas estruturas curriculares, não há uma definição quanto a uma carga horária mínima ou máxima para tal, podendo, inclusive, sua abordagem ser realizada de forma transversal, o que inviabiliza, para este estudo, a consideração dos componentes curriculares eletivos, por não haver obrigatoriedade de sua inclusão na formação do profissional.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ABEPRO). **Áreas e Sub-áreas de Engenharia de Produção**, 2008. Disponível em: <<https://www.abepro.org.br/interna.asp?p=399&m=424&ss=1&c=362>>. Acesso em: 10 de mar. de 2017.

BRASIL. Ministério de Educação e Cultura. **LDB - Lei nº 9394/96**, de 20 de dezembro de 1996. Brasília : MEC, 1996.

BRASIL. **Portaria normativa nº 4, de 5 de agosto de 2008**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 6 ago. 2008. Seção 1, p. 19.

BRASIL. **Portaria normativa nº 40, de 12 de dezembro de 2007**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 29 dez. 2010. Seção 1, p. 23-31.

COLOMBO, C. R. et al. Study on impact of the UN Decade of Education for Sustainable Development on Industrial Engineering Education. In: CIO-ICIEOM-IIIE 2014, 2014, Málaga. **Anais**. Espanha, 2014.

COLOMBO, C. R. et al. **A formação socioambiental do engenheiro de produção nas instituições públicas de ensino do nordeste brasileiro**. In: Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2012, Belém. XL Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2012.

CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO (CNE). **Resolução CNE/CSE nº. 11, de 11 de março de 2002**. Institui Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Diário Oficial

da União, Brasília, DF, 9 abr. 2002.

CUNHA, F. M.; BORGES NETO, M. Currículo para cursos de engenharia: o texto e o contexto de sua construção. **Revista de Ensino de Engenharia**. Brasília, v. 20, n.2, p. 41-47, 2001.

CUNHA, G. D. da. **Um panorama da atual da Engenharia da Produção**. Porto Alegre, 2002.

DURHAM, E. R. **O ensino superior no Brasil: público e privado**. Núcleo de Pesquisas sobre Ensino Superior da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2003.

INEP. **Nota Técnica Daes/Inep nº 58/2015**. Disponível em: <http://download.inep.gov.br/educacao_superior/enade/notas_tecnicas/2014/nota_tecnica_daes_n582015_calculo_do_cpc2014.pdf>. Acesso em: 20 de abr. de 2016.

KEINER, M. Re-emphasizing sustainable development – the concept of ‘evolutionability’: on living chances, equity, and good heritage. **Environment, Development and Sustainability**, 6, p. 379-392, 2004.

MEC, e-MEC de Instituições e Cursos de Educação Superior. Disponível em: <<http://emec.mec.gov.br>>. Acesso em: 19 de abr. de 2016.

MINTZ, K.; TAL, T. Education for sustainability in higher education: a multiple-case study of three courses. **Journal of Biological Education**, v. 47, n. 3, p.140-149, 2013.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E A CULTURA (UNESCO). **2005 – 2014 - Década das Nações Unidas de Educação para o Desenvolvimento Sustentável**, 2005. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001399/139937por.pdf>>. Acesso em: 20 abr. de 2016.

RODRÍGUEZ-SOLERA, C. R.; SILVA-LAYA, M. Higher education for sustainable development at EARTH University. **International Journal of Sustainability in Higher Education**, vol. 18, n. 3, p. 278 – 293, 2017.

TOZZONI-REIS, M. F. de C. **Educação e sustentabilidade: relações possíveis**. Olhar de Professor, 14 (2), p. 293-308, 2011.

ULL SOLÍS, M. A. et al. Análisis de la introducción de la sostenibilidad en la enseñanza superior en europa: compromisos institucionales y propuestas curriculares. **Rev. Eureka Enseñ. Divul. Cien.**, 7, n. Extraordinario, p. 413-432, 2010.

SOBE OS ORGANIZADORES

HENRIQUE AJUZ HOLZMANN Professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Graduação em Tecnologia em Fabricação Mecânica e Engenharia Mecânica pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Doutorando em Engenharia e Ciência do Materiais pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. Trabalha com os temas: Revestimentos resistentes a corrosão, Soldagem e Caracterização de revestimentos soldados.

MICHELI KUCKLA Professora de Química na Rede Estadual do Paraná - Secretaria de Estado de Segurança do Paraná. Graduada em Licenciatura Química pela Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO). Especialista em Educação do Campo pela Faculdades Integradas do Vale do Ivaí. Mestre em Ensino de Ciências Naturais e Matemática pela Universidade Estadual do Centro-Oeste. Doutoranda em Ensino de Ciência e Tecnologia pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Trabalha com os temas relacionados ao Ensino de Ciência e Tecnologia e Sociedade.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-273-9

