
*A visão sistêmica e integrada das **engenharias** e sua **integração com a sociedade***

2

*Carlos Augusto Zilli
(Organizador)*



Atena
Editora
Ano 2021

A visão sistêmica e integrada das engenharias e sua integração com a sociedade

2

*Carlos Augusto Zilli
(Organizador)*



Atena
Editora
Ano 2021

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes editoriais

Natalia Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



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

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

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

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

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

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

Profª Drª Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa

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

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

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

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

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro – Universidade do Vale do Sapucaí
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Welma Emidio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Edna Alencar da Silva Rivera – Instituto Federal de São Paulo
Profª Drª Fernanda Tonelli – Instituto Federal de São Paulo,
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 Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

A visão sistêmica e integrada das engenharias e sua integração com a sociedade 2

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Flávia Roberta Barão
Indexação: Gabriel Motomu Teshima
Revisão: Os autores
Organizador: Carlos Augusto Zilli.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

V822 A visão sistêmica e integrada das engenharias e sua integração com a sociedade 2 / Organizador Carlos Augusto Zilli. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-399-3

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.993211308>

1. Engenharia. I. Zilli, Carlos Augusto (Organizador). II. Título.

CDD 620

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

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

DECLARAÇÃO DA EDITORA

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

APRESENTAÇÃO

Esta obra, intitulada “A Visão Sistêmica e Integrada das Engenharias e sua Integração com a Sociedade”, em seu segundo volume, apresenta 22 capítulos que abordam pesquisas relevantes que fazem emergir esta visão completa e abrangente típica das engenharias, revelando de que forma ela pode se integrar à sociedade para solucionar os desafios que surgem mundo afora, trazendo pesquisas relacionados à fluxo de potência, prevenção de ansiedade, reconstrução anatômica, modelagem energética, otimização de vigas mistas, composição de séries dodecafônicas, ruídos, entre outras.

Desta forma, esta obra se mostra potencialmente disponível para contribuir com discussões e análises aprofundadas acerca de assuntos atuais e relevantes, servindo como base referencial para futuras investigações relacionadas às engenharias em suas mais diversas instâncias.

Deixo, aos autores dos capítulos, um agradecimento especial, e aos futuros leitores, anseio que esta obra sirva como fonte inspiradora e reflexiva.

Esta obra é indicada para os mais diversos leitores, tendo em vista que foi produzida por meio de linguagem fluída e abordagem prática, o que favorece a compreensão dos conceitos apresentados pelos mais diversos públicos, sendo indicada, em especial, aos amantes da área de engenharia.

Carlos Augusto Zilli

SUMÁRIO


CAPÍTULO 1..... 1

ANÁLISE COMPARATIVA DA SATISFAÇÃO ENTRE DISCENTES E EGRESSOS DE ENGENHARIA: UM ESTUDO DE CASO

Cristiano Geraldo Teixeira Silva

Eduardo Georges Mesquita

Maria Giselle Marques Bahia

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9932113081>

CAPÍTULO 2..... 13


COMMODITIES AMBIENTAIS E A IV REVOLUÇÃO INDUSTRIAL - O POTENCIAL BRASILEIRO DE INOVAÇÃO SUSTENTÁVEL

Diego da Silva Pereira

Zulmara Virgínia de Carvalho

Maria Eduarda Medeiros Monteiro


Heloysa Helena Nunes de Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9932113082>

CAPÍTULO 3..... 27

ESTUDO DA INTEGRAÇÃO DE SENSORES AOS TÊXTEIS ESPORTIVOS

Larissa Stephanie de Souza Malago

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9932113083>

CAPÍTULO 4..... 37

COMPARAÇÃO DE MÉTODOS PARA SUPRESSÃO DE RUÍDOS EM SINAL DE VOZ UTILIZANDO TRANSFORMADA WAVELET

Gustavo dos Santos Cardoso

Gustavo Peglow Kuhn

Samuel dos Santos Cardoso

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9932113084>


CAPÍTULO 5..... 52

RECONSTRUÇÃO ANATÔMICA BASEADA EM IMAGENS, MAPEAMENTO DE DENSIDADES E ANÁLISE POR ELEMENTOS FINITOS DE UM FÊMUR COM FRATURA ATÍPICA

Miguel Tobias Bahia

Emílio Graciliano Ferreira Mercuri

Mildred Ballin Hecke

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9932113085>

CAPÍTULO 6..... 68


SAFE WHEELCHAIR

Luís Eduardo Lima da Costa

Marcia Ferreira Cristaldo

Sóstenes Renan de Jesus Carvalho Santos

Lucas Hermann Negri


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9932113086>

CAPÍTULO 7..... 78

MODELACIÓN ENERGÉTICA, UNA HERRAMIENTA ANALÍTICA, GRÁFICA Y ACTUAL PARA EL DISEÑO DE EDIFICIOS EFICIENTES ENERGÉTICAMENTE

Agustín Torres Rodríguez

David Morillón Gálvez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9932113087>


CAPÍTULO 8..... 92

NUMERICAL ANALYSIS OF BLOCKAGE EFFECT ON AN INNOVATIVE VERTICAL TURBINE (VAACT)

Rodrigo Batista Soares

Antonio Carlos Fernandes

Joel Sena Sales Junior


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9932113088>

CAPÍTULO 9..... 108

APLICAÇÃO DE HEURÍSTICAS E METAHEURÍSTICAS NA COMPOSIÇÃO DE SÉRIES DODECAFÔNICAS

Déborah Baptista Pilato

Paulo Henrique Siqueira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9932113089>

CAPÍTULO 10..... 119

A MODELAGEM DIGITAL COMO AUXÍLIO DA PERCEPÇÃO DO OBJETO ARQUITETÔNICO EM ENSINO DE PROJETO

Luis Gustavo de Souza Xavier

Pedro Miguel Gomes Januário

Janine Fonseca Matos Xavier

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.99321130810>

CAPÍTULO 11..... 132

MAPEAMENTO DE FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS APLICADAS AO ENSINO DA ENGENHARIA ELÉTRICA COM ÊNFASE EM ELETROTÉCNICA

Wellington Alex dos Santos Fonseca

Fabiola Graziela Noronha Barros

Dariele da Costa Sousa


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.99321130811>






CAPÍTULO 12..... 144

OTIMIZAÇÃO DE VIGAS MISTAS DE AÇO E CONCRETO

Franz Augenthaler Avelino Coelho

João Batista Marques de Sousa Junior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.99321130812>

CAPÍTULO 13	161
PROTÓTIPO: BRACELETE DETECTOR DE OBSTÁCULOS PARA DEFICIENTES VISUAIS	
Eloiziane Barbosa Pessoa	
José Augusto Albuquerque Rabelo	
Luiz Felipe de Souza Jimenez	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.99321130813	
CAPÍTULO 14	177
THE NUMBER OF STORMS MODELED AS A POISSON RANDOM VARIABLE AT NORTHEAST COAST OF SOUTH AMERICA	
Lazaro Nonato Vasconcellos de Andrade	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.99321130814	
CAPÍTULO 15	190
APLICAÇÃO DA TÉCNICA DE SOMA DE CORRENTES PARA O CÁLCULO DO FLUXO DE POTÊNCIA CA	
Evandro José dos Santos	
Carlos Roberto Mendonça da Rocha	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.99321130815	
CAPÍTULO 16	196
CARTILHA INFORMATIVA COMO FERRAMENTA DE PREVENÇÃO DA ANSIENIDADE INFANTIL	
Bruna Meneses da Silva Araújo	
Helton Camilo Teixeira	
Amanda Cris Prestes das Neves Maia	
Joana D'arc Araújo de Souza Rolim	
Dyovana Raissa de Souza Barros	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.99321130816	
CAPÍTULO 17	206
A APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS DA QUALIDADE PARA A MELHORIA DE UM PROCESSO INDUSTRIAL	
Ananda Santa Rosa Santos	
Denise Simões Dupont Bernini	
Suzana Araujo de Azevedo	
Rodrigo Aldo Bazoni Scaquetti	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.99321130817	
CAPÍTULO 18	224
DISPOSITIVO DE FRICÇÃO CONTROLADA	
Jader Flores Schmidt	
Leonardo Haerter dos Santos	
Lucas Vinicius Capistrano de Souza	
Aginaldo Rosso	
Federico Rodriguez Gonzalez	

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.99321130818>

CAPÍTULO 19.....238


LICENCIAMENTO AMBIENTAL DE ATERROS SANITÁRIOS NO ESTADO DO CEARÁ:
EXIGÊNCIAS TÉCNICAS E LEGAIS NO ÂMBITO DA SUPERINTENDÊNCIA ESTADUAL
DO MEIO AMBIENTE – SEMACE

Carlos Alberto Mendes Júnior

Edilson Holanda Costa Filho

Marilângela da Silva Sobrinho


Liliane Farias Guedes Lira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.99321130819>

CAPÍTULO 20.....245

INDÚSTRIA AVANÇADA E LOT

Paulo César Rezende de Carvalho Alvim


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.99321130820>

CAPÍTULO 21.....250

EFFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE DIFERENTES POLIMEROS TERMOPLÁSTICOS
EN EL DESEMPEÑO AMBIENTAL DE MEZCLAS DE ASFALTO

Daniela Andrea Monterrosa Álvarez

Harveth Hernán Gil Sánchez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.99321130821>

CAPÍTULO 22.....260

COMPARAÇÃO DE LUBRIFICANTES NA ESTAMPAGEM PROFUNDA DO AÇO ARBL
ATRAVÉS DE SIMULAÇÃO NUMÉRICA

Tatiane Oliveira Rosa

Isabela Ferreira Neves

Lucas Alexandre de Carvalho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.99321130822>

SOBRE O ORGANIZADOR270

ÍNDICE REMISSIVO.....271

EFFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE DIFERENTES POLIMEROS TERMOPLÁSTICOS EN EL DESEMPEÑO AMBIENTAL DE MEZCLAS DE ASFALTO

Data de aceite: 02/08/2021

Data de submissão: 06/07/2021

Daniela Andrea Monterrosa Álvarez

Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid,
Facultad de Ingenierías
Grupo GIS
Medellín, Antioquia
https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0001649970

Harveth Hernán Gil Sánchez

Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid,
Facultad de Ingenierías
Grupo GIS
Medellín, Antioquia
<https://orcid.org/0000-0002-2019-1049>

RESUMEN: Dado que el asfalto es uno de los materiales de construcción más utilizados en el mundo y los polímeros son la tercera fuente principal de desechos, existe la posibilidad de disminuir el uso de materia prima virgen y reincorporar los polímeros al ciclo de vida. Estos materiales pueden ser utilizados en el asfalto como agregados pétreos. Por esta razón, se estudió el desempeño ambiental del polipropileno (PP), poliestireno (PS) y polietileno de baja densidad (LDPE), en porcentajes de adición de 3, 6 y 12% para mezclas asfálticas. El contenido de asfalto seleccionado fue 5.4% ya que es un valor común desde el punto de vista de mezclas óptimas. Se estimó el desempeño ambiental de las mezclas

asfálticas mediante el cálculo de la energía incorporada (MJ) y la huella de carbono (kg de CO₂) en las fases de material, procesamiento y fin de la vida. De acuerdo con los resultados, la fase más intensiva en energía incorporada y huella de carbono fue la extracción de materiales. El PS exhibió el total mayor de energía incorporada y liberación de CO₂, mientras que el PP presentó los menores valores de energía y el LDPE las menores emisiones de CO₂. Se encontró que la cantidad de energía que se podría recuperar mediante reciclaje para porcentaje de adición del 12% fue de 6.52, 6.96 y 6.57% para el PP, LDPE, y PS respectivamente. Para la huella de carbono, la recuperación fue de 9.10, 8.31 y 8.51% para el PP, LDPE y PS, respectivamente. Los resultados sugieren que hay un potencial de reducción de energía y huella de carbono considerable para este tipo de mezclas.

PALABRAS CLAVE: Asfalto, polímeros termoplásticos, ciclo de vida, energía incorporada, huella de carbono.

EFFECT OF THE INCORPORATION OF DIFFERENT THERMOPLASTIC POLYMERS IN THE ENVIRONMENTAL PERFORMANCE OF ASPHALT MIXTURES

ABSTRACT: Since asphalt is one of the most widely used construction materials globally and polymers are the third leading source of waste, there is a possibility to decrease raw virgin material and reincorporate polymers into the life cycle. These materials can be used on asphalt as petrous aggregates. For this reason, the environmental performance of polypropylene

(PP), polystyrene (PS), and low-density polyethylene (LDPE) were studied in percentages of addition of 3, 6, and 12% for asphaltic mixtures. The asphalt content selected was 5.4% which is a typical value from the optimal mix perspective. The environmental performance of the asphaltic mixtures was estimated through the calculation of embodied energy (MJ) and carbon footprint (kg of CO₂) in the material, process, and end of life phases. According to the results, material extraction was the most embodied energy and carbon footprint-intensive phase. PS exhibited more significant embodied energy and CO₂ release, while PP presented the lowest energy values and the LDPE the most inferior CO₂ release. Energy recovery of 6.52, 6.96, and 6.57% were found for the percentage of additions of 12% of PP, LDPE, and PS, respectively. For carbon footprint, the recovery was 9.10, 8.31, and 8.51% for PP, LDPE, and PS, respectively. The results suggest that there is considerable potential for energy and carbon reduction for this type of mixture.

KEYWORDS: Asphalt, thermoplastic polymers, life cycle, embodied energy, carbon footprint.

1 | INTRODUCCIÓN

En la actualidad es primordial encontrar un uso adecuado de los residuos de polímeros desechados (VASUDEMAN et al., 2012). El lento proceso de degradación, resistencia al agua, la intemperie y a la actividad bacteriana, convierte a estos residuos poliméricos en materiales de difícil descomposición y, consecuentemente, en un grave problema ambiental (VALERO-VALDIVIESO et al., 2013). Después del desperdicio de alimentos y de papel, los residuos plásticos son la tercera fuente principal en los desechos municipales e industriales en las principales ciudades (UNEP, 2013). Incluso las ciudades con bajo crecimiento económico han comenzado a producir más desechos poliméricos debido al incremento de la producción de envases, bolsas, empaques, botellas y productos electrodomésticos que usan polímeros (UNEP, 2013). Según estadísticas realizadas en el año 2018, un 23,8% del volumen de los residuos domiciliarios recolectados en el municipio de Medellín son plásticos y en los últimos años ese consumo se ha aumentado (PLANEACION, 2019)

Por otro lado, en Colombia, según el Instituto Nacional de Carreteras, más del 43% y 90% de las carreteras con y sin pavimento, son regulares y están en mal estado. Para el año 2018, el gobierno colombiano destinó 4.9 billones de dólares para inversión en infraestructura de transporte (MINHACIENDA, 2018). La tasa de crecimiento anual de la movilización de productos del sector agrícola, manufacturas, la minería y el crecimiento del ganado es de 5.47, 14.82, 19.11 y 4.88%, respectivamente (DELGADO-JOJOA et al., 2018). Estos datos soportan la necesidad de construcción de carreteras con estándares de resistencia y materiales duraderos para las cargas de tránsito, por lo que se puede proponer la reutilización de materiales de desecho de tipo polimérico en proyectos de construcción tales como carreteras y pavimentos (FONTES et al., 2010 e ISMAIL et al., 2008).

La modificación de asfaltos mediante materiales poliméricos ha demostrado un incremento de la elasticidad de aglutinantes y una reducción en los esfuerzos y la

susceptibilidad a la temperatura (SINGH y KUMAR, 2019 y DIAB et. al., 2019). Según la literatura, la evaluación del ciclo de vida de los pavimentos que utilizan asfalto reciclado como base, ha mostrado mayores beneficios ambientales ya que consumen menor cantidad de energía y se emiten cantidades más bajas de contaminantes atmosféricos tales como el NO_x , SO_2 , CO_2 y compuestos orgánicos volátiles (VOC) (MROUEH et al., 2001). Cuando se ha utilizado aglutinante modificado con polietileno de alta densidad (HDPE) en mezclas de asfalto, se ha aumentado la resistencia contra el incremento de la deformación permanente y al mismo tiempo se está ayudando al reciclaje de desechos plásticos (SANTOS et. al., 2021). Estudios previos han resaltado el potencial beneficio mecánico de los polímeros como modificadores de asfalto, en especial el uso de polietileno debido a su bajo punto de fusión (SANTOS et. al., 2021).

Por su parte, al realizar estudios del ciclo de vida de asfalto reciclado, se ha encontrado que el uso de este podría tener efectos positivos significativos en el medio ambiente, los cuales pueden maximizarse aún más mediante el reciclaje (DONALSON y CURTIS, 2011). Se ha concluido a partir de análisis del costo del ciclo de vida del uso de agregado reciclado en el pavimento, que el pavimento con agregado reciclado tiene un rendimiento similar al pavimento del asfalto (REZA y WILDE, 2017). Existe por tanto, un potencial de mejoría ambiental mediante el uso de polímeros reciclados para modificación de bitumen y como reemplazo sintético de agregados en mezclas de asfaltos comparado con mezclas de polímeros vírgenes y agregados naturales (SANTOS et. al., 2021). Así mismo, el uso combinado de mezclas de asfalto en caliente y materiales reciclados (tales como polvo de neumático y desechos plásticos) usados en mezclas bituminosas, implica bajos consumos energéticos e impactos ambientales debido a la reducción de bitumen virgen y consumo de agregados (PRATICÒ et. al., 2020). Esto, además, implica una disminución del consumo de energía y materia prima, y una reducción de impactos en la etapa de disposición. El uso de desechos poliméricos como modificadores de bitumen es una alternativa a los agregados naturales y a su vez otorgar una segunda vida a los desechos (RAHMAN, et. al., 2020).

El objetivo de este trabajo es determinar el efecto de la incorporación de polipropileno (PP), poliestireno (PS) y polietileno de baja densidad (LDPE) como agregados **pétreos** en el desempeño ambiental de mezclas de asfalto modificadas. Dicha estimación se realizó a través del cálculo de la energía incorporada (MJ) y la huella de carbono (kg de CO_2) a partir de datos reportados en la literatura.

2 | PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Todos los cálculos ambientales se estimaron teniendo en cuenta un cemento asfáltico con un grado de penetración de 80-100, el cual se usa habitualmente en Colombia. El contenido óptimo de asfalto se consideró como 5.4% (porcentaje en peso de la mezcla),

cantidad frecuente encontrada en este tipo de asfaltos con el que se puede obtener un buen comportamiento de la mezcla (HUSSEIN, et. al., 2008). Las adiciones de los materiales poliméricos termoplásticos a la mezcla asfáltica se escogieron teniendo en cuenta resultados publicados en los que se han trabajado en asfaltos modificados con LDPE (HUSSEIN, et. al., 2008). Además, se seleccionaron para dicha comparación ambiental, polímeros que se producen en buena cantidad en la ciudad de Medellín como lo son PP, el PS y el LDPE. Tres mezclas con diferentes adiciones de polímeros fueron consideradas (3, 6 y 12% en peso del cemento asfáltico).

En la Figura 1 se presenta un diagrama de flujo de la producción de asfalto. La unidad funcional utilizada en el análisis fue de un volumen de 1m³ de mezcla asfáltica. La densidad volumétrica de la mezcla se estimó como 2538.8 kg/m³ que es el máximo valor de la gravedad específica de una mezcla asfáltica sin compactar a 25°C de acuerdo a la norma INV E-735-07. De acuerdo a dichos valores, se estimó el valor de la masa de cemento asfáltico de 137.1 kg y la masa de agregado de 2401.8 kg.

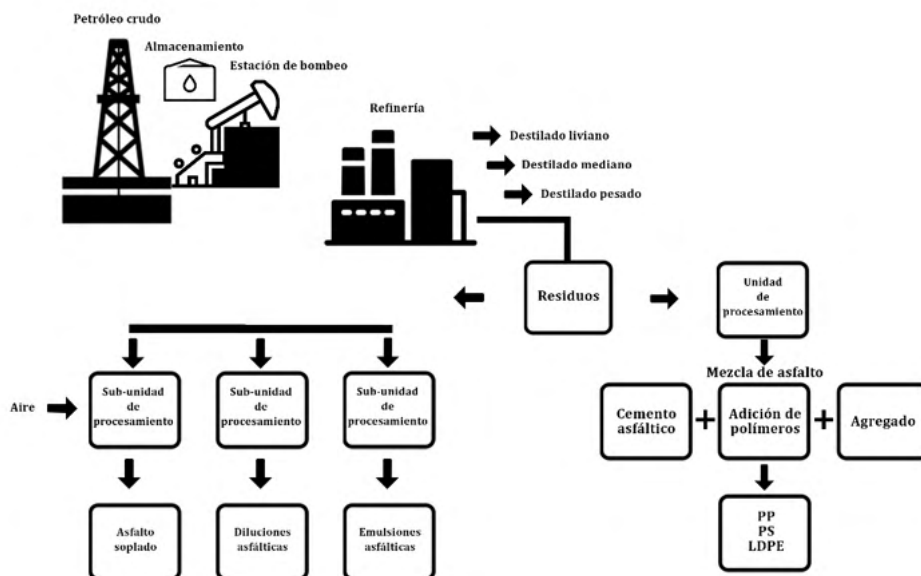


Figura 1. Diagrama de flujo de la producción de mezcla de asfalto.

El desempeño ambiental de los asfaltos modificados se evaluó mediante la estimación de la energía incorporada (MJ) y la huella de carbono (kg CO₂) durante las fases de materia prima, procesamiento, y fin de la vida (EoL-End of Life). Estas eco-propiedades se pueden apreciar en la Tabla 1. La etapa de material tiene en cuenta la extracción de materias primas hasta su transformación en material de entrada para la producción del asfalto, la etapa de proceso del material incluye cada paso en el proceso de fabricación de materiales,

y la etapa EoL la recuperación de energía en términos de reciclaje. La disposición final del material tiene varias rutas incluyendo disposición en vertedero, reciclaje e incineración. Para esta investigación se supone una ruta final de reciclaje teniendo en cuenta los valores reportados en bases de datos (ASHBY, 2013).

Componente	Producción del Material		Procesamiento		Reciclaje		Referencia
	Energía incorporada, H_m (MJ/kg)	Huella de Carbono, C_m (kg/kg)	Energía incorporada, H_p (MJ/kg)	Huella de Carbono, C_p (kg/kg)	Energía incorporada, H_{RC} (MJ/kg)	Huella de Carbono, C_{RC} (kg/kg)	
Agregado	0.125	0.0055	0	0	0.08125	0.003575	(BAIRD et al, 1997, y HAMMOND et al. 2008)
Cemento asfáltico	2.41	0.14	6	0.002	1.5665	0.091	(HAMMOND et al. 2008)
PP	79	3.05	21.5	1.6	50	2.1	(HAMMOND et al. 2008 y ASHBY, 2013)
LDPE	81	2.75	23.9	1.8	50	2.85	(HAMMOND et al. 2008 y ASHBY, 2013)
PS	97	3.8	17.4	1.305	47.5	2.85	(ASHBY, 2013)

Donde: H_m =Energía incorporada del material, C_m =Huella de carbono del material, H_p =Energía incorporada del procesamiento, C_p =Huella de carbono del procesamiento, H_{RC} =Energía incorporada del reciclaje y C_{RC} =Huella de carbono del reciclaje.

Tabla 1. Eco propiedades de los materiales y procesos.

En este estudio se consideró el reciclaje como la ruta final del material, por lo que se estimó el EoL como recuperación de energía. El EoL se calcula de acuerdo a las ecuaciones 1 y 2 como se muestra a continuación:

$$\tilde{H} = RH_{RC} + (1 - R)H_m \quad (\text{MJ/MJ}) \quad (1)$$

$$\tilde{C} = RC_{RC} + (1 - R)C_m \quad (\text{kg/kg}) \quad (2)$$

Dónde \tilde{H} es la energía involucrada efectiva, \tilde{C} es la huella de carbono efectiva, y R es el contenido de reciclado del material al comienzo de la vida. Luego, se determina el potencial EoL de la siguiente manera:

$$\text{EoL energía} = r(\tilde{H} - H_{RC}) \quad (3)$$

$$\text{EoL carbono} = r(\tilde{C} - C_{RC}) \quad (4)$$

Donde r es la fracción de reciclado al final de la vida. En este estudio se consideró R como 0, es decir material totalmente virgen al inicio de la vida y r se obtuvo de los valores reportados en bases de datos (ASHBY, 2013).

3 I RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 2 se presenta la energía incorporada obtenida para las diferentes mezclas asfálticas durante las fases de materia prima, procesamiento y EoL. Se puede apreciar que el proceso que más energía incorporada consume es el de extracción de materiales. Conforme se adiciona más material polimérico, la energía incorporada del material aumenta. El PS evidencia una mayor energía incorporada en todos los casos mientras que el LDPE y PP muestran energías muy similares. En cuanto a la manufactura, el material que más energía consume es el LDPE, seguido del PP y luego el PS, evidenciando mucha mayor diferencia para 12% de adición. Finalmente, se pudo determinar que la energía que se recupera al reciclar el material al final de la vida útil es muy similar en todos los casos, presentando poca variación de los datos.

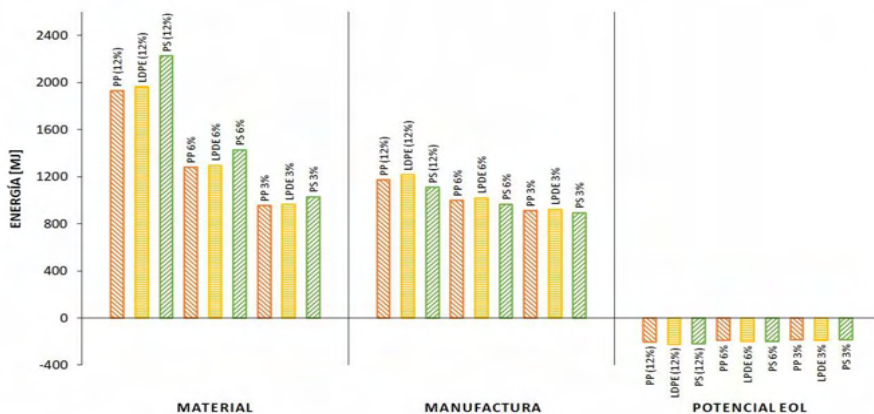


Figura 2. Energía incorporada (MJ) para tres diferentes etapas en la elaboración de mezclas asfálticas modificadas con polímeros termoplásticos.

En la Figura 3 se presenta la huella de carbono obtenida para las diferentes mezclas asfálticas durante las fases de materia prima, procesamiento y EoL. Como en el caso de la energía, la fase que más huella de carbono genera es la extracción de material. El PS es el material que más cantidad de CO_2 emite durante la extracción, seguido por el PP y el LDPE. En el proceso de manufactura, el que más genero CO_2 fue el LDPE, seguido de PP, y finalmente el PS, de los tres fue el que menos género en todos los casos, al igual

que con la energía incorporada, con la huella de carbono también se produce un ahorro al calcular el potencial EoL, el cual en los tres casos para los tres porcentajes seleccionados fue muy similar.

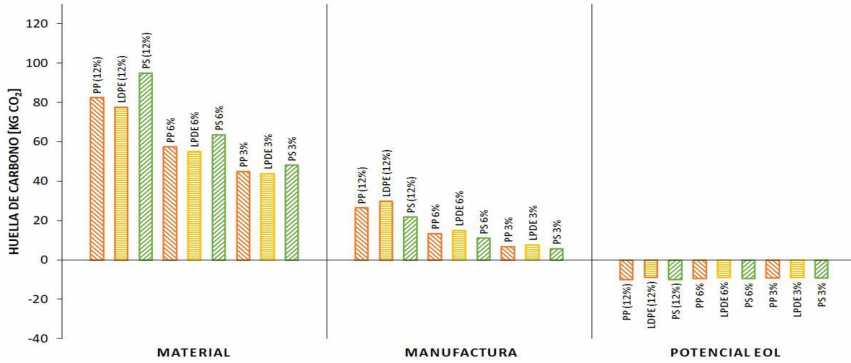


Figura 2. Huella de carbono (kg de CO₂) para tres diferentes etapas en la elaboración de mezclas asfálticas modificadas con polímeros termoplásticos.

La variación total de energía para los materiales presenta un leve cambio entre sí, pero es claro como era esperado, que aumenta conforme incrementa el porcentaje de adición, como se puede observar en la Figura 4. El PS evidencia una mayor energía total de todas las fases, aunque las pendientes son similares en todos los casos. Los resultados totales de huellas de carbono evidencian un comportamiento similar.

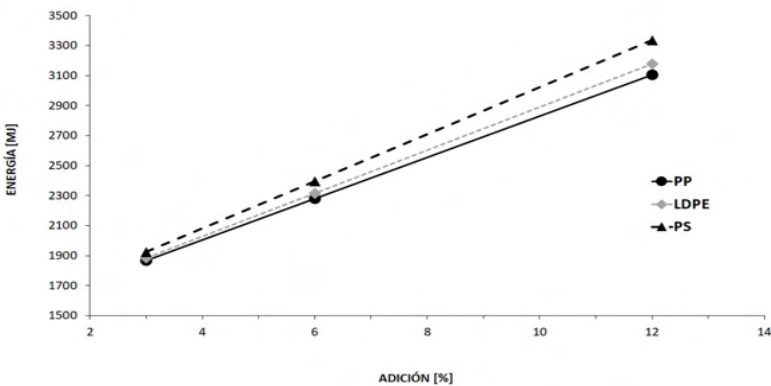


Figura 4. Energía incorporada versus el porcentaje de adición para los diferentes tipos de mezclas asfálticas modificadas con polímeros termoplásticos.

Con el fin de encontrar mezclas asfálticas más amigables con el medioambiente, es necesario investigar en trabajos futuros, adiciones poliméricas a partir de material reciclado e incluir dentro del estudio del desempeño, estimaciones de durabilidad mecánica como parámetro adicional a los factores ambientales.

4 | CONCLUSIONES

Los polímeros termoplásticos han sido usados en mezclas asfálticas debido a que incrementan la rigidez de las mezclas y mejoran la cohesión, Adicionalmente a las propiedades físicas y mecánicas, los resultados obtenidos acerca de los polímeros termoplásticos como adición en mezclas asfálticas muestran que puede ser ventajoso desde el punto de vista ambiental, ya que disminuye la cantidad de material virgen usado en el proceso y aumenta la cantidad de material reciclado para mezclas de asfalto.

Al analizar los resultados se encontró que el PS evidencia el total de consumo de energía y emisión de CO₂ mayor en todos los casos, mientras que el PP se desempeñó mejor en cuanto a energía y el LDPE en cuanto a CO₂; mientras que en el EoL se obtiene un potencial para reducción de energía en 6.52, 6.96, y 6.57% y de CO₂ en 9.10, 8.31 y 8.51% para el PP, LDPE y PS, respectivamente; además, se observó que a mayor porcentaje de adición mayor era la energía requerida en el proceso.

Al utilizar el reciclaje como método de disposición final de los polímeros termoplásticos se estaría disminuyendo el volumen de los rellenos sanitarios, y a su vez ampliando la vida útil de mezclas asfálticas al reincorporar los materiales. Así mismo, se aportaría al mejoramiento de la calidad del aire al disminuir las emisiones de CO₂.

REFERENCIAS

ASHBY, M. **Materials and the Environment: Eco-Informed Material Choice**. Reino Unido: Elsevier, 2da ed., 2012.

BAIRD, G.; ALCORN, A., HASLAM, P. **The energy embodied in building materials—updated New Zealand coefficients and their significance**. Transactions of the Institution of Professional Engineers New Zealand: Civil Engineering Section, v. 24, n. 1, p 46-54, 1997.

DELGADO-JOJOA, M.G; SÁNCHEZ-GILEDE, J.A., RONDÓN-QUINTANA, H.A., FERNÁNDEZ-GÓMEZ, W.D., REYES-LIZCANO, F.A. **Influence of four non-conventional additives on the physical, rheological and thermal properties of an asphalt**. Ingeniería e Investigación, v. 38, n. 2, p. 18–26, 2018.

DIAB, A.; ENIEB, M., SINGH, D. **Influence of aging on properties of polymer-modified asphalt**. Construction and Building Materials, v. 196, p. 54-65, 2019.

DONALSON, J.; CURTIS, R., NAJAFI, F. **Sustainable assessment of recycled concrete aggregate (RCA) used in highway construction**. Transportation Research Board 90th Annual Meeting, 2011.

FONTES, L.P.; TRICHÊS, G., PAIS, J.C., PEREIRA, P.A. **Evaluating permanent deformation in asphalt rubber mixtures**. *Construction and Building Materials*, v. 24, n. 7, p. 1193–1200, 2010.

HAMMOND, G.; JONES, C., LOWRIE, F., TSE, P. **Inventory of carbon & energy: ICE. Sustainable Energy Research Team**. Department of Mechanical Engineering, University of Bath, 2008.

HUSSEIN, I. A.; WAHHAB, H.I.A.A., IQBAL, M.H. **Influence of Polymer Type and Structure on Polymer Modified Asphalt Concrete Mix**. *The Canadian Journal of Chemical Engineering*, v. 84, n. 4, p. 480–487, 2008.

ISMAIL, Z.Z., AL-HASHAMI, E.A. **Use of waste plastic in concrete mixture as aggregate replacement**. *Waste Management*, v. 28, n. 11, p. 2041–2047, 2008.

MINISTERIO DE HACIENDA. **Presupuesto Ciudadano 2018 Contenido**. Colombia, 2018.

MROUEH, U.M; ESKOLA, P., LAINE-YLIJOKI, J. **Life-cycle impacts of the use of industrial by-products in road and earth construction**. *Waste Management*, v. 21, n. 3, p. 271-277, 2001.

PLANEACION, D. N. DE. (2019). **Informe Sectorial de la Actividad de Aprovechamiento 2018**. República de Colombia, 115.

PRATICÒ, F.G.; GIUNTA, M., MISTRETTA, M., GULOTTA, T.M. **Energy and environmental life cycle assessment of sustainable pavement materials and technologies for urban roads**. *Sustainability*, v. 12, n. 2, p. 704-719, 2020.

RAHMAN, M.T.; MOHAJERANI, A., GIUSTOZZI, F. **Recycling of waste materials for asphalt concrete and bitumen: A review**. *Materials*, v. 13, n. 7, p. 1495-1515, 2020.

REZA, F, WILDE, W.J. **Evaluation of Recycled Aggregates Test Section Performance**. MnDOT Research Services & Library, 2017.

SANTOS, J.; PHAM, A., STASINOPOULOS, P., GIUSTOZZI, F. **Recycling waste plastics in roads: A life-cycle assessment study using primary data**. *Science of The Total Environment*, v. 751, p. 141842, 2021.

SERVÍN ARELLANES, N. **Propuesta de un programa de manejo de residuos plásticos (PET) como alternativa de sustentabilidad en centros escolares de la ciudad de Tuxpan, Veracruz, Mexico**. 2013. 73 p, Maestría en ciencias del Ambiente, Universidad Veracruzana.

SINGH, B., KUMAR, P. **Effect of polymer modification on the ageing properties of asphalt binders: Chemical and morphological investigation**. *Construction and Building Materials*, v. 205, p. 633-641, 2019.

United Nations Environmental Programme. **Converting waste plastics into a resource – Compendium of Technologies**. Japón, 2009.

VALERO-VALDIVIESO, M.F; ORTEGÓN, Y., USATEGUI, Y. **Biopolímeros: Avances Y Perspectivas Biopolymers: Progress and Prospects**. *Dyna*, v. 80, n.181, p. 171–180, 2013.

VASUDEMAN, R; SEKAR, A.R.C., SUNDARAKANNAN, B., VELKENNEDY, R. **A technique to dispose waste plastics in an ecofriendly way - Application in construction of flexible pavements.** Construction and Building Materials, v. 28, n.1, p. 311–320, 2012.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Algoritmos genéticos 109, 113, 118, 144, 145, 154
Ansiedade 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205
Apoio à decisão 1, 7
Arduino 35, 68, 69, 70, 71, 74, 75, 161, 165, 166, 167, 168, 170, 171, 176
Asfalto 250, 252, 253, 257
Assistive technology 68
Aterro sanitário 238, 240, 241, 242, 243
Automação 68, 69, 76, 135, 141, 160, 165, 245, 246
Automation 66, 68
Avaliação de impacto 238
Avaliação de satisfação 1, 8
Avaliação do ensino de engenharia 1

B

Biomecânica óssea 52
Bracelete eletrônico 161
Building energy modelling 78, 91
Building information modelling 78

C

Cadeira de rodas 68, 69, 71, 72, 73, 75, 76, 77
Cartilha 196, 198, 199, 200, 203, 204, 205
Ciclo de vida 81, 250, 252
Commodities ambientais 13, 15, 17, 18, 24, 25, 26
Composição dodecafônica 108, 118
Conforto 27, 28, 29, 30, 31, 32, 34, 35, 200, 203
Cosméticos 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 24, 25
Crescimento econômico sustentável 13, 14, 15
Criança 196, 197, 198, 200, 201, 202, 203, 204, 205

D

Deficiência visual 161, 162, 163, 172, 174
Discrete analysis 177

Dispositivo de fricção controlada 224, 226, 228, 229, 232, 233, 234, 236

E

Efeito de bloqueio 92, 93, 107

Efficiency 51, 78, 94

Eletrotécnica 132, 133, 134, 135

Energia incorporada 250, 252, 253, 254, 255, 256

Energy sustainability 78

Engenharia elétrica 37, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 195

Ensino 1, 2, 3, 7, 11, 12, 24, 119, 120, 121, 122, 130, 131, 132, 134, 135, 137, 138, 142, 162, 167, 174

Estampagem profunda 260, 262, 263

Estudo ambiental 238, 241, 242

Extreme events 177, 183, 185, 187

F

Fêmur 52, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 61

Ferramentas da qualidade 206, 207, 208, 214, 217, 218, 220, 221

Fluxo de carga 190

G

Gestão 1, 2, 3, 5, 6, 7, 11, 12, 121, 131, 188, 206, 207, 208, 209, 217, 220, 221, 222, 243, 246, 270

H

Huella de carbono 250, 252, 253, 254, 255, 256

I

IoT 245, 248

L

Licenciamento ambiental 238, 240, 241, 243, 244

Limiar duro 37

Limiar suave 37

Lubrificante mineral 260

Lubrificante vegetal 260

M

Mapeamento sistemático da literatura 132, 133

Mecânica dos fluidos computacional (CFD) 93

Metaheurísticas 108, 109, 118

Modelagem digital 119, 120, 122

Modelo de elementos finitos específico do paciente 52

Módulo de Young 52, 53, 59, 60, 62, 63, 64, 65

N

Northeast coast of South America 177, 180, 187

O

Otimização 75, 108, 144, 145, 146, 147, 148, 150, 154, 157, 159, 191, 206, 241

P

Polímeros termoplásticos 250, 255, 256, 257

Problema do caixeiro viajante 108, 109, 111, 117, 118

Processamento de imagens 52, 54

Processo industrial 206

Q

Questionário on-line 132, 136

S

Saúde 15, 29, 35, 74, 196, 198, 200, 201, 203, 205, 238, 239, 240, 261

Sensor de umidade 27, 28, 31, 35

Simulação numérica 61, 65, 260

Sinal de voz 37, 38, 42, 44, 45

Sistemas de distribuição 190, 191, 194, 195

Sistemas de potência 190

T

Tecnologia assistiva 68

Têxteis esportivos 27, 29, 34, 35

Tomografia computadorizada 52, 53

Transformada Wavelet 37, 38, 39, 41

V

VAACT 92, 93, 94

Vigas mistas semicontínuas 144, 160


W


Wheelchair 68


A visão sistêmica e integrada das engenharias e sua integração com a sociedade

2

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 


www.facebook.com/atenaeditora.com.br 




A visão sistêmica e integrada das **engenharias** e sua **integração com a sociedade**

2

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 