O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NA ENGENHARIA CIVIL 2

Henrique Ajuz Holzmann
João Dallamuta
(Organizadores)

Atena Editora
Ano 2020

O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NA ENGENHARIA CIVIL 2

Henrique Ajuz Holzmann
João Dallamuta
(Organizadores)

Atena Editora
Ano 2020

Editora Chefe
Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Assistentes Editoriais
Natalia Oliveira
Bruno Oliveira
Flávia Roberta Barão
Bibliotecária
Janaina Ramos
Projeto Gráfico e Diagramação
Natália Sandrini de Azevedo
Camila Alves de Cremo
Luiza Alves Batista
Maria Alice Pinheiro
Imagens da Capa
Shutterstock
Edição de Arte
Luiza Alves Batista
Revisão
Os Autores

2020 *by Atena Editora*
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2020 Os autores
Copyright da Edição © 2020 Atena Editora
Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

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.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de 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
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

Atena Editora
Ano 2020

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – 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
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
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
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. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
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
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
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. 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

Atena Editora
Ano 2020

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 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 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 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 Federacl 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 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. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
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

Atena Editora
Ano 2020

Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
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. 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
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

Conselho Técnico Científico
Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Atena Editora
Ano 2020

Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do ParanáProf. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior

Atena Editora
Ano 2020

Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Atena Editora
Ano 2020

O desenvolvimento sustentável na engenharia civil 2

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Vanessa Mottin de Oliveira Batista
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadores: Henrique Ajuz Holzmann
João Dallamuta

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

D451 O desenvolvimento sustentável na engenharia civil 2 / Organizadores Henrique Ajuz Holzmann, João Dallamuta. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2020.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-5706-614-0
DOI 10.22533/at.ed.140202511

1. Engenharia civil. 2. Desenvolvimento sustentável. I. Holzmann, Henrique Ajuz (Organizador). II. Dallamuta, João (Organizador). III. Título.

CDD 624

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

Atena Editora
Ano 2020

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

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.

Atena Editora
Ano 2020

APRESENTAÇÃO

Um dos grandes desafios enfrentados atualmente pelos engenheiros nos mais diversos ramos do conhecimento, é de saber ser multidisciplinar, aliando conceitos de diversas áreas. Hoje exige-se que os profissionais saibam transitar entres os conceitos e práticas, tendo um viés humano e técnico.

Neste sentido este livro traz capítulos ligados a teoria e prática em um caráter multidisciplinar, apresentando de maneira clara e lógica conceitos pertinentes aos profissionais das mais diversas áreas do saber.

Para isso o mesmo traz temas correlacionados a engenharia civil, apresentando estudos sobre os solos e, bem como de construções e patologias, estando diretamente ligadas ao impacto ambiental causado e ao reaproveitamento dos resíduos da construção.

Destaca-se ainda a abordagem sob meio ambiente, apresentando processos de recuperação e reaproveitamento de resíduos e uma melhor aplicação dos recursos disponíveis no ambiente, além do estudo aprofundado sob eficiência energética em construções.

De abordagem objetiva, a obra se mostra de grande relevância para graduandos, alunos de pós-graduação, docentes e profissionais, apresentando temáticas e metodologias diversificadas, em situações reais.

Aos autores, agradecemos pela confiança e espirito de parceria.

Boa leitura

Henrique Ajuz Holzmann

João Dallamuta

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 1

ANÁLISE DO PROCESSO PRODUTIVO AUTOMATIZADO EM INDÚSTRIA ESPECIALIZADA NA FABRICAÇÃO DE BLOCOS E PISOS INTERTRAVADOS DE CONCRETO

Andrezzo Julio Dantas Nascimento
Daniel de Jesus Lopes
João Luiz Cardeal Craveiro
Magno Santos Batista

DOI 10.22533/at.ed.1402025111

CAPÍTULO 2 14

AGREGADO MIÚDO PROVENIENTE DO RIO DOCE E SUA INFLUÊNCIA NA DURABILIDADE, RESISTÊNCIA E CARBONATAÇÃO DO CONCRETO

Luan Rangel dos Santos
Claudinei Antônio Montebeller
Lucas Soares Milanezi
Adriana Zamprogno

DOI 10.22533/at.ed.1402025112

CAPÍTULO 3 30

ANÁLISE DA ACELERAÇÃO DO RECALQUE DE UM ATERRO SOBRE SOLO MOLE

Talita Menegaz
Gisele Marilha Pereira Reginatto
Narayana Saniele Massocco
Rafael Augusto dos Reis Higashi
Thaís Ventura Chibiaqui

DOI 10.22533/at.ed.1402025113

CAPÍTULO 4 44

ANÁLISE DE RECALQUES EM ESTACAS ESCAVADAS EQUIPADAS COM O SISTEMA *EXPANDER BODY*

Fernando Feitosa Monteiro
Renato Pinto da Cunha
Carlos Medeiros Silva
Marcos Fábio Porto de Aguiar

DOI 10.22533/at.ed.1402025114

CAPÍTULO 5 55

ANÁLISE DE RISCO A ESCORREGAMENTO NA VILA COQUEIRAL REGIÃO NOROESTE DE BELO HORIZONTE

Charline Tarcilia Ferreira dos Santos
Lorrany Magescki Faria
Magno André de Oliveira
Eduarda Moreira Nascimento

DOI 10.22533/at.ed.1402025115

CAPÍTULO 6 74

UTILIZAÇÃO DE BARREIRAS VERTICAIS NA REMEDIAÇÃO AMBIENTAL

Luciana Regina Cajaseiras de Gusmão
José Fernando Thomé Jucá
Karla Salvagni Heineck

DOI 10.22533/at.ed.1402025116

CAPÍTULO 7 87

ESTUDO DA RESISTÊNCIA DO CONCRETO EM ALTAS TEMPERATURAS UTILIZANDO CINZA DA QUEIMA DE MADEIRA

Marlon Hable
Olaf Graupmann

DOI 10.22533/at.ed.1402025117

CAPÍTULO 8 106

AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA MECÂNICA À COMPRESSÃO DE ESTRUTURAS EM CONCRETO ARMADO COM USO DA VELOCIDADE DE PULSO ULTRASSÔNICO

Kleber Marcelo Braz Carvalho
José Renato de Castro Pessôa

DOI 10.22533/at.ed.1402025118

CAPÍTULO 9 121

ANÁLISE TENSÃO-DEFORMAÇÃO POR MEIO DO SOFTWARE PLAXIS 2D EM ESTACA HÉLICE CONTÍNUA MONITORADA

Arthur Duarte Dias
Renato Pinto da Cunha
Moises Antônio da Costa Lemos
Gabriela de Athayde Duboc Bahia

DOI 10.22533/at.ed.1402025119

CAPÍTULO 10 133

UMA REVISÃO SOBRE A UTILIZAÇÃO DE CINZA DE CASCA DE ARROZ NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Alex Gomes Pereira
Benício de Morais Lacerda
Cristiano da Silva Vieira
Emerson Diniz Viriato

DOI 10.22533/at.ed.14020251110

CAPÍTULO 11 147

ESTUDO DA ÁREA DE DISPOSIÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL DE RIO VERDE, GO

Marcel Sousa Marques
Adriana Antunes Lopes
Camila Ribeiro Rodrigues
Katianne Lopes de Paiva
Marcelo Mendes Pedroza

Danielma Silva Maia
Enicléia Nunes de Sousa Barros
Daniel Rodrigues Campos
DOI 10.22533/at.ed.14020251111

CAPÍTULO 12..... 153

EVOLUÇÃO DA DIRETIVA EUROPEIA RELATIVA AO DESEMPENHO ENERGÉTICO DOS EDIFÍCIOS, O SUCESSO DE APLICAÇÃO PORTUGUÊS E OS DESAFIOS DO PROGRAMA BRASILEIRO DE ETIQUETAGEM EM EDIFICAÇÕES
Jaime Francisco de Sousa Resende
Andrea Lucia Teixeira Charbel
Teresa Cristina Nogueira Bessa Assunção
DOI 10.22533/at.ed.14020251112

CAPÍTULO 13..... 164

DESEMPENHO COMERCIAL DE EDIFÍCIOS CORPORATIVOS COM SELO AMBIENTAL NA REGIÃO DO PORTO MARAVILHA – RJ
Gustavo Ezequiel Andrés
DOI 10.22533/at.ed.14020251113

SOBRE OS ORGANIZADORES 178

ÍNDICE REMISSIVO..... 179

CAPÍTULO 12

EVOLUÇÃO DA DIRETIVA EUROPEIA RELATIVA AO DESEMPENHO ENERGÉTICO DOS EDIFÍCIOS, O SUCESSO DE APLICAÇÃO PORTUGUÊS E OS DESAFIOS DO PROGRAMA BRASILEIRO DE ETIQUETAGEM EM EDIFICAÇÕES

Data de aceite: 16/11/2020
Data de submissão: 09/10/2020

Jaime Francisco de Sousa Resende
Universidade Federal de São João del Rei
São João del Rei/MG
https://orcid.org/0000-0003-4385-0980
http://lattes.cnpq.br/5440077380767556

Andrea Lucia Teixeira Charbel
Universidade Federal de São João del Rei
São João del Rei/MG
http://lattes.cnpq.br/5244450039924933

Teresa Cristina Nogueira Bessa Assunção
Universidade Federal de São João del Rei
São João del Rei/MG
http://lattes.cnpq.br/0536700393507277

RESUMO: As edificações representam uma importante parcela no consumo mundial de energia, e por isso, têm recebido a atenção dos governos, que adotaram políticas para reduzir o gasto energético. A União Europeia, que já passou por duas atualizações em seus regulamentos de avaliação energética de edificações e prepara a terceira, possui programas que são referência e modelo para diversos outros regulamentos no mundo. Portugal é o caso de maior sucesso na aplicação de etiquetagem de edificações, com emissão de mais de 1 milhão de certificados energéticos. O Brasil, que teve os primeiros documentos regulamentares do Programa Brasileiro de Etiquetagem em Edificações lançados em 2009, necessita de uma reformulação no seu regulamento, com vários desafios estruturais e técnicos a serem superados.

PALAVRAS-CHAVE: Eficiência energética em edificações; Diretiva Europeia, Etiquetagem, PBE Edifica.

EVOLUTION OF THE EUROPEAN DIRECTIVE ON THE ENERGY PERFORMANCE OF BUILDINGS, THE SUCCESS OF PORTUGUESE APPLICATION AND THE CHALLENGES OF THE BRAZILIAN LABELING PROGRAM FOR BUILDINGS

ABSTRACT: Buildings represent a significant share of the world's energy consumption, and the sector has drawn the attention of governments, which, in response, have adopted policies to reduce the energy expenditure. The European Union, which has already undergone two updates to its building energy assessment regulations and it is preparing the third one, presents programs that are a reference and a model for several other regulations in the world. Portugal is the biggest success in the application of building labeling, with more than 1 million energy certificates issued. Brazil, which had the first regulatory documents for the Brazilian Program of Building Labeling launched in 2009, needs to reformulate its regulation, with several structural and technical challenges yet to be overcome.

KEYWORDS: Energy efficiency in buildings; European Directive, Labeling, PBE Edifica.

1 | INTRODUÇÃO

As edificações provocam alterações significativamente no meio ambiente e são responsáveis anualmente por 40% da energia e 16% da água consumidas no mundo (LIPPIATT, 1998). Estima-se que, entre 2015 e 2040, o consumo de eletricidade no setor terá um aumento anual de 2%, sendo a maior parte deste aumento creditada aos países em desenvolvimento (EIA, 2017). No ano de 2016, o Brasil consumiu 520,03 TWh de eletricidade, sendo as edificações responsáveis por aproximadamente 51% deste consumo, considerando os setores residencial com 25,6%; comercial com 17,2% e o público com 8,3% (EPE,2017).

Durante as três últimas décadas, tanto os países industrializados quanto os em desenvolvimento, promoveram políticas para incentivar a redução do consumo de energia nos edifícios. A maioria destas políticas pode ser agrupada em três categorias: incentivos econômicos (através de impostos e preços de energia), programas informativos (campanhas de conscientização energética, auditorias energéticas) ou requisitos regulatórios (códigos ou certificações) (JANDA, 2009).

Com o cenário atual de consumo energético das edificações no mundo e, sobretudo, pelas vantagens obtidas na implementação de políticas voltadas para eficiência energética, diversos países já estão aplicando e desenvolvendo mecanismos de certificação de edifícios. A certificação energética de edifícios é uma tendência mundial, já utilizada em diversos países e em fase de implantação por outros (CARLO e LAMBERTS, 2010).

Segundo Buges (2014) “o conceito de Eficiência Energética não pode ser entendido como uma metodologia estática, mas como um processo evolutivo onde não existe um marco a ser alcançado e, sim, uma constante busca por processos e produtos cada vez mais eficientes energeticamente”. Em relação as certificações de eficiência energética em edificações, tal definição se encaixa perfeitamente, pois a atualização dos regulamentos deve sempre avançar ao mesmo tempo que atualizações são implementadas.

2 | PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

É apresentada uma revisão teórica da evolução da Diretiva Europeia relativa ao desempenho energético dos edifícios (EPBD), desde o primeiro regulamento até o planejamento atual para as propensas mudanças. É destacado o bem-sucedido exemplo de aplicação do Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (SCE) de Portugal e, por fim, analisada a atual situação do Programa Brasileiro de Etiquetagem em Edificações (PBE Edifica), e os desafios estruturais e técnicos a serem superados para sua consolidação.

3 | EVOLUÇÃO DA REGULAMENTAÇÃO EUROPEIA

Na década de 1970, na maioria dos 15 membros originais da União Europeia (Áustria, Alemanha, Bélgica, Dinamarca, Espanha, Finlândia, França, Grécia, Holanda, Irlanda, Itália, Luxemburgo, Portugal, Reino Unido e Suécia), foram introduzidas certificações de eficiência energética em edificações, e desde então, estas são renovadas com maiores exigências. Inicialmente, a avaliação se limitava aos componentes da envoltória, e em seguida, foram adicionadas exigências mínimas para outros usos como aquecimento, arrefecimento, iluminação e água quente (LIU; MEYER; HOGAN, 2010).

Em 2007, a União Europeia (UE) em 2007 se comprometeu com o 20-20-20 target para 2020, que tem como base a melhoria da eficiência energética, com a redução de emissões de CO_2 em 20% comparado aos níveis de 1990, 20% do consumo total mantido pela energia de fontes renováveis e redução de 20% do uso de energia primária em relação aos níveis projetados (LIU; MEYER; HOGAN, 2010).

As edificações na UE são responsáveis por 40% do consumo energético e 36% das emissões de CO_2, sendo então, um grande potencial para medidas de eficiência energética. Com a redução de 30% no consumo de energia nas edificações europeias, o consumo total de energia na Europa diminuiria 11%, mais da metade de uma das metas do *20-20-20 target* (LIU; MEYER; HOGAN, 2010).

Em 2002, foi lançada a Diretiva 2002/91/CE relativa ao desempenho energético dos edifícios, que visa melhorar a eficiência energética no setor da construção, e que impõe na União Europeia uma harmonização das metodologias através de códigos e medidas. O documento estabelecia que todos os Estados membros deveriam adotar as exigências normativas até o início de 2006 (LIU; MEYER; HOGAN, 2010; COMISSÃO EUROPEIA, 2002).

Especialistas e políticos verificaram que a meta da UE de redução de 30% de energia em edificações até o ano de 2020 não poderia ser alcançada através da Diretiva de 2002, uma vez que a parcela de edifícios existentes era mais significativa do que a de novos edifícios, e a Diretiva 2002/91/CE se restringia aos edifícios existentes com área superior a 1000 m^2, os quais representam apenas 29% do setor de construção europeu. Então, seriam necessários objetivos mais rigorosos para o desempenho energético das edificações (LIU; MEYER; HOGAN, 2010; COMISSÃO EUROPEIA, 2002).

No ano de 2008 foi proposta pela Comissão Europeia e aprovada pelo Parlamento Europeu uma revisão da Diretiva 2002/91/CE, com mudanças fundamentais e uma reformulação do compromisso. Em 2010, foi emitida a Diretiva 2010/31/UE, na qual o âmbito de aplicação da Diretiva de 2002 foi ampliado, abolindo a exigência da limitação de reformas somente para grandes edificações. Os Estados

Membros deveriam aplicar a nova Diretiva no prazo de dois anos e uma avaliação seria realizada em 2017 (LIU; MEYER; HOGAN, 2010; UNIÃO EUROPEIA, 2010).

A reformulação exige que os edifícios construídos após 2020, atendam ao conceito *Nearly Zero Energy Building* (NZEB), ou seja, tenham exigência energética quase nula, significando um desempenho energético elevado onde quase toda a energia consumida é obtida de fontes renováveis geradas nas proximidades. Tal exigência deverá ser cumprida pelos edifícios públicos após 2018 (LIU; MEYER; HOGAN, 2010; UNIÃO EUROPEIA, 2010).

Já pensando nos próximos passos, a Comissão Europeia em novembro de 2016 apresentou um pacote de medidas para manter a competitividade da UE, uma vez que a transição para energias limpas está mudando os mercados globais de energia. A Comissão pretende que o bloco conduza a transição para energia limpa e não somente se adapte a esta fonte de energia. Desta forma, a UE comprometeu-se a reduzir as emissões de CO_2 em pelo menos 40% até 2030, modernizando a economia, gerando emprego e crescimento para todos os cidadãos europeus. Na medida proposta são apresentados três objetivos principais: dar prioridade à eficiência energética, assumir a liderança mundial nas energias renováveis e estabelecer condições equitativas para os consumidores (COMISSÃO EUROPEIA, 2016).

Para a redução do consumo de energia nos edifícios europeus, os 28 Estados-Membros da UE mais a Noruega têm o apoio da *Concerted Action EPBD*, que aborda a Diretiva relativa ao desempenho energético dos edifícios através da troca de conhecimentos e melhores práticas no domínio da eficiência energética e da economia de energia (CA EPBD, 2017).

A *Concerted Action EPBD* é uma iniciativa conjunta entre os Estados-Membros da UE e a Comissão Europeia, envolvendo representantes de ministérios nacionais ou de suas instituições afiliadas que compõem o quadro técnico, jurídico e administrativo para a aplicação da Diretiva em cada um dos 29 países. Já foram lançados estudos em 2007, 2010 e 2015, que descrevem a implantação da EPBD na UE e em cada país individualmente. O quarto estudo está sendo realizado desde outubro de 2015 e tem previsão de término em 2018, com a reformulação da Diretiva 2010/31/UE (CA EPBD, 2017).

4 | O SUCESSO DE APLICAÇÃO PORTUGUÊS

Para cumprir as exigências da Diretiva 2002/91/CE (COMISSÃO EUROPEIA, 2002), Portugal aprovou o Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade de Ar Interior nos Edifícios, pelo Decreto-Lei n°78/2006 (PORTUGAL, 2006a); o Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios,

através do Decreto-Lei n° 79/2006 (PORTUGAL, 2006b); e o Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios, com o Decreto-Lei n°80/2006 (PORTUGAL, 2006c).

Colocando em prática as determinações destes Decretos-Lei, Portugal promoveu a eficiência energética nos edifícios e adquiriu uma experiência relevante que se traduziu não só na eficácia do sistema de certificação energética, como também no diagnóstico dos aspectos avaliativos, demonstrando através da prática, a possibilidade de melhoria do sistema de certificação (PORTUGAL, 2017).

Pela Diretiva 2010/31/UE, de 19 de maio de 2010 (UNIÃO EUROPEIA, 2010), o Parlamento Europeu reformulou o regime estabelecido pela Diretiva 2002/91/CE, esclarecendo alguns pontos e introduzindo novas disposições que reforçam a promoção do desempenho energético nos edifícios, visando as metas e desafios acordados pelos Estados-Membros para o ano de 2020 (PORTUGAL, 2017).

Em 13 de novembro de 2013, Portugal publicou o Decreto-Lei n° 118/2013 (PORTUGAL, 2013), que assegurava não só a alteração para atender a Diretiva 2010/31/UE, mas também uma revisão da legislação anterior, com os Decretos-Lei n°78/2006, n°79/2006 e n°80/2006, onde é incluído em um único documento o Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (SCE), o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH) e o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços (RECS) (PORTUGAL, 2017).

Foi feita uma distinção clara do âmbito de aplicação do REH, com orientações para os edifícios residenciais, e do RECS determinando requisitos para edificações de comércio e serviços. Os edifícios residenciais são avaliados pelo comportamento térmico e eficiência dos seus sistemas técnicos, como: climatização, aquecimento de água, iluminação e aproveitamento de energias renováveis. Para os edifícios de comércio e serviços são acrescentadas exigências referentes à instalação, a condução e a manutenção destes sistemas técnicos (PORTUGAL, 2017).

A atualização do SCE incorporou orientações e práticas internacionais com base nas inovações tecnológicas em eficiência energética e conforto térmico. É detalhada a atuação de diferentes profissionais e entidades, visando uma maior e melhor integração de todos os agentes num contexto de rigor e exigência (PORTUGAL, 2017).

No capítulo referente as certificações do estudo mais recente da *Concerted Action EPBD*, foi apresentada uma visão geral de tópicos relevantes, opiniões, soluções, desafios e oportunidades para o desenvolvimento das certificações de eficiência energética em edificações, com destaque para: o papel do Estado na promoção da certificação energética; a exibição de certificados de energia; e tornar o certificado energético mais amigável para o público em geral. No SCE são apresentados estes tópicos sugeridos na versão mais recente da *Concerted Action*

EPBD e pode ser considerado modelo para toda a UE (CA EPBD, 2015).

Entre os programas mundiais de avaliação energética de edificações, recebe destaque o português, com certificações amplamente difundidas e consolidadas (TELLES, 2016). Pela experiência portuguesa no processo de certificação energética de edificações, observa-se a necessidade de maior apoio aos programas de eficiência energética, garantindo a sua obrigatoriedade (OLIVEIRA, 2013).

O SCE, que é obrigatório para todas edificações novas, sujeitas a reformas e existentes para contratos de venda e aluguel, totaliza cerca de 1,4 milhão de certificados emitidos, sucesso comprovado em números (ADENE, 2018).

5 | DESAFIOS DO PBE EDIFICA

O Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO), em 1984, iniciou a discussão com a sociedade brasileira sobre a criação de programas de avaliação da conformidade de produtos com foco no desempenho energético. Foi o primeiro passo para chegar ao que hoje é conhecido como Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) (PROCEL INFO, 2017).

O Brasil sofreu uma crise energética no início do Séc. XXI devido à escassez de chuvas, que prejudicou o funcionamento pleno das hidroelétricas, e, além disso, não contava com uma quantidade suficiente de fontes alternativas para geração de energia (BOTTAMEDI, 2011). Em resposta, o governo brasileiro publicou em 17 de outubro de 2001 a Lei N°10.295, conhecida como Lei da Eficiência Energética (BRASIL, 2001a), e regulamentada pelo Decreto N° 4.059, em 19 de dezembro de 2001 (BRASIL, 2001b). Tais documentos deram reforço jurídico para os diversos programas de avaliação energética vinculados ao PBE, que se encontravam em diferentes fases de implementação, alguns com etiquetagem compulsória e outros que visavam a obrigatoriedade.

Em 2003, o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel) criou um subprograma voltado especificamente para as edificações, o Procel Edifica. No ano de 2005, o Procel foi nomeado responsável pela Secretaria Técnica de Edificações, para discutir as questões técnicas envolvendo os indicadores de eficiência energética. No ano seguinte, o INMETRO criou a Comissão Técnica que definiu os critérios para obtenção da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) para as edificações (PROCEL INFO, 2017).

Foram lançados em 2009 os primeiros documentos do PBE Edifica, denominados Requisitos Técnicos de Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C) e Requisitos de Avaliação da Conformidade do Nível de Eficiência Energética de Edificações (RAC). No ano seguinte, foram lançados os Requisitos Técnicos de Qualidade do Nível de Eficiência

Energética de Edificações Residenciais (RTQ-R) (PROCEL INFO, 2017).

A etiquetagem de edificações possibilita aos consumidores o conhecimento do nível de eficiência energética do imóvel, tornando-se uma ferramenta importante na compra ou aluguel de um imóvel, além de promover a busca por edificações mais eficientes e redução no consumo de energia elétrica. Para o governo brasileiro, é um instrumento fundamental tanto para a análise do desempenho energético como para auxílio na melhoria de programas e regulamentações para promoção da eficiência energética nas edificações do país (ELETROBRÁS; INMETRO; CB3E, 2013).

Um potencial de redução de 30% no consumo de energia elétrica é estimado para as edificações que efetuarem reformas que contemplem os conceitos de eficiência energética e em até 50% para os novos edifícios que considerarem alternativas de eficiência energética desde a fase de projeto (PROCEL INFO, 2017).

Na Instrução Normativa N°02 de 2014 do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (MPOG), são definidas as regras para a utilização da ENCE. Projetos de novas edificações devem, obrigatoriamente, obter a ENCE geral classe "A", e as obras de retrofit devem ser feitas visando à obtenção da ENCE parcial classe "A" para o quesito reformado, salvo casos específicos de inviabilidade (MPOG, 2014).

Além dos edifícios públicos federais, outras categorias tendem a sair da etiquetagem voluntária para a obrigatória. Segundo o Plano Nacional de Eficiência Energética (PNEf), publicado em 2011, a regulamentação deve transformar em compulsória a ENCE para demais prédios públicos em um horizonte de 10 anos, edifícios comerciais e de serviços em 15 anos e residenciais em 20 anos (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2011).

Desde 2014, o Procel Edifica e o Centro Brasileiro de Eficiência Energética em Edificações têm planejado uma mudança no método de avaliação do PBE Edifica. A nova versão dos regulamentos deve ser lançada em meados de 2018 e terá como principal mudança a apresentação do consumo de energia primária da edificação, assim como no regulamento de Portugal e de diversos países da União Europeia (CB3E, 2017).

A atualização fornecerá o consumo real da edificação, auxiliando o consumidor na tomada de decisão na escolha e planejamento de seu imóvel. A proposta surgiu devido às limitações do atual método prescritivo do RTQ-C. A avaliação será baseada no consumo de energia primária e compara a edificação considerando suas características reais com a mesma edificação através de valores de referência, que são equivalentes a classe D da etiqueta de eficiência energética (CB3E, 2017).

O PBE Edifica, que tem caráter voluntário com exceção dos edifícios públicos federais, soma um total de 4.753 etiquetas expedidas desde a implantação do programa de etiquetagem (INMETRO, 2018).

Os documentos disponíveis para consulta pública com as propostas de atualização do método para a avaliação da eficiência energética em edificações com base na energia primária se limitam a questões técnicas e não apresentam, até este momento, recomendações de mudanças estruturais na aplicação da etiquetagem (CB3E, 2017).

A proposta de atualização do método de avaliação do PBE Edifica, também traz mudanças na ENCE, que além de apresentar a estimativa real de consumo primário, trará informações sobre as emissões de CO_2, estimativa de economia através do uso racional de água e possível geração local de energia por fontes renováveis (CB3E, 2017).

É evidente a necessidade da aplicação de requisitos regulatórios visando a eficiência energética no setor das edificações, como as certificações energéticas, que são benéficas tanto para o governo como para o consumidor final. A exemplo da União Europeia, é necessário a constante atualização de metas e normas com o objetivo de entregar uma etiqueta mais amigável ao público, entretanto ainda é necessário o estabelecimento de mudanças estruturais na aplicação da etiqueta, visando principalmente a sua obrigatoriedade, com o objetivo de obter resultados significativos (RESENDE; CHARBEL; ASSUNÇÃO, 2018).

6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A União Europeia está conduzindo a transição mundial para energias limpas, nomeadamente em relação às edificações. O bloco é referência mundial na regulamentação de eficiência energética do setor. Portugal devido sua experiência na execução regulamentar e nos expressivos números de edifícios etiquetados se estabelece como sucesso na aplicação da certificação energética.

O PBE Edifica se encontra em uma fase de atualização do método de avaliação, onde será apresentada uma nova etiqueta com mais informações sobre a avaliação energética da edificação e de maneira mais amigável para o consumidor. O edifício será classificado de acordo com seu consumo real de energia primária, assim como acontece em Portugal e outros países da UE.

Entretanto, questões para mudanças regulamentares e estruturais de aplicação do programa ainda não foram apresentadas, principalmente em relação à transformação do programa em obrigatório, como já ocorrer com diversos outros produtos alvos do PBE. O PNEf apresenta estimativas de tempo para transformação da etiquetagem de edifícios em compulsória, porém, o documento não estabelece limites para a mudança.

A atualização no método de avaliação que será lançada ainda neste ano é benéfica para o crescimento do PBE Edifica, pois trará avanços de ordem técnica

na avalição das edificações. Contudo, as mudanças estruturais são tão importantes quanto às técnicas, necessitando serem discutidas, propostas e aplicadas, visando o estabelecimento da etiquetagem no setor.

REFERÊNCIAS

ADENE – Agência para Energia. **Certificados Energéticos emitidos por tipo de edifício**. Disponível em: <http://www.adene.pt/indicador/certificados-energeticos-emitidos-por-tipo-de-edificio>. Acesso em 09 de janeiro de 2018. 2018.

BOTTAMEDI, M. G. **Avaliação da eficiência energética de hotéis de quatro estrelas em Florianópolis: aplicação do programa de etiquetagem de edificações**. 2011. 179p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2011.

BRASIL. **Lei n. 10.295**, de 17 de outubro de 2001. Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia e dá outras providências. Brasília, DF, 2001a.

BRASIL. **Decreto n. 4.059**, de 19 de dezembro de 2001. Regulamenta a Lei n° 10.295, de 17 de outubro de 2001, que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, e dá outras providências. Brasília, DF, 2001b.

BUGES, N. L. **Aplicabilidade da etiqueta de edificações do Programa Brasileiro de Etiquetagem em Mato Grosso do Sul**. 2014. 123p. Trabalho de Conclusão de Curso (Mestrado Profissional) – Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia, Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS. 2014.

CA EPBD. **2016 Implementing the Energy Performance of Buildings Directive (EPBD) – Featuring Country Reports**. Lisbon, September, 2015.

CA EPBD. **Concerted Action Energy Performance of Buildings**. Disponível em: <http://www.epbd-ca.eu>. Acesso em 02 de junho de 2017.

CARLO, J.C.; LAMBERTS, R. **Parâmetros e métodos adotados no regulamento de etiquetagem da eficiência energética de edifícios – parte 1: método prescritivo**. Ambiente Construído, Porto Alegre, RS, v.10, p. 7–26, 2010.

CB3E – Centro Brasileiro de Eficiência Energética em Edificações. **Novo método de avaliação energética de edificações com base em energia primária.** Disponível em: <http://cb3e.ufsc.br/etiquetagem/desenvolvimento/atividades-2012-2016>. Acesso em 30 de dezembro de 2017.

COMISSÃO EUROPEIA. **Diretiva 2002/91/CE do Parlamento Europeu e do Conselho**, de 16 de dezembro de 2002, relativa ao desempenho energético dos edifícios, 2002.

COMISSÃO EUROPEIA. **COMUNICAÇÃO DA COMISSÃO AO PARLAMENTO EUROPEU, AO CONSELHO, AO COMITÊ ECONÔMICO E SOCIAL EUROPEU, AO COMITÊ DAS REGIÕES E AO BANCO EUROPEU DE INVESTIMENTO – Energias limpas para todos os europeus.** Bruxelas, Bélgica. 2016.

EIA – *U. S. Energy Information Administration*. **International Energy Outlook 2017**. Disponível em: <https://www.eia.gov/outlooks/ieo/>. Acesso em 30 de dezembro de 2017.

ELETROBRÁS/Procel Edifica; INMETRO; CB3E/UFSC. **Introdução ao Programa Brasileiro de Etiquetagem de Edificações**. Rio de Janeiro, 12 p. 2013.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética. **Balanço Energético Nacional 2017 – ano base 2016**. Brasília, DF. 2017.

INMETRO – INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA. **Tabelas de consumo/eficiência Energética - Edificações**. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbe/edificacoes.asp>. Acesso em 09 de janeiro de 2018. 2018.

JANDA, K. B. **Worldwide status of energy standards for buildings: a 2009 update**. European Council for an Energy Efficient Economy Summer Study, Proceedings. 2009.

LIPPIATT, B. **Building for enviromental and economic sustainability (BEES)**. Invited for presentation at CIB World Building Congress 1998: Construction and the Enviroment. Gavle, Sweden. June 1998.

LIU, F.; MEYER, A. S.; HOGAN, J. F. **Mainstreaming Building Energy Efficiency Codes in Developing Countries: Global Experiences and Lessons from Early Adopters**. World Bank Working Paper, n°204. Washington. 2010.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético. Departamento de Desenvolvimento Energético. **Plano Nacional de Eficiência Energética**; Premissas e Diretrizes Básicas, 2011.

MPOG – MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E GESTÃO. **Instrução Normativa N° 02/2014**. Brasil, 2014.

OLIVEIRA, L. S. **Gestão energética de edificações públicas no Brasil**. 2013. 249 p. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) – Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade de Brasília, Brasília, DF. 2013.

PORTUGAL. Ministério da Economia e da inovação. **Decreto-Lei n°78/2006**, de 4 de abril, Portugal, 2006a.

PORTUGAL. Ministério da Economia e da inovação. **Decreto-Lei n°79/2006**, de 4 de abril, Portugal, 2006b.

PORTUGAL. Ministério da Economia e da inovação. **Decreto-Lei n°80/2006**, de 4 de abril, Portugal, 2006c.

PORTUGAL. Ministério da Economia e do Emprego. **Decreto-Lei n°118/2013 ANOTADO**, Versão 0, 13 de novembro de 2013, Portugal. 2013.

PORTUGAL. **Legislação Consolidada – Decreto-Lei n°118/2013**. Diário da República Eletrônico de 05 de junho de 2017. 28 p. 2017.

PROCEL INFO. **PROCEL EDIFICA – Eficiência Energética nas Edificações**. Disponível em: < http://www.procelinfo.com.br/ >. Acesso em 16 de março de 2017. 2017.

RESENDE, J. F. S.; CHARBEL, A. L. T.; ASSUNCAO, T. C. N. B. **Importância e desafios da implementação de certificações de eficiência energética em edificações, o sucesso europeu e as próximas etapas do Programa Brasileiro de Etiquetagem em Edificações**. VI Encontro de Sustentabilidade em Projeto, Florianópolis/SC. Anais ENSUS, v. II. p. 1167-1178, 2018.

TELLES, C. P. **Proposta de simplificação do RTQ-R**. 2016. 118 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 2016.

UNIÃO EUROPEIA. **Diretiva 2010/31/UE do Parlamento Europeu e do Conselho,** de 19 de Maio de 2010, relativa ao desempenho energético dos edifícios (reformulação), 2010.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Adensamento 30, 31, 32, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 95, 110, 115, 119, 126

Agregado 14, 15, 19, 21, 27, 28, 90, 91, 92, 93, 94, 102, 103, 104, 106, 139, 140, 146, 148

Argilas 30, 36, 39, 40, 42, 60

Aterro sanitário 90, 104, 147, 148

Automação 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 11, 12, 13

B

Barreiras verticais 74, 76, 85, 86

Bentonita 74, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86

Blocos 1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 56, 60, 61, 64, 66, 67, 68, 70, 123, 124, 137

C

Carbonatação 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 24, 25, 27, 28, 29

Carga 5, 9, 17, 36, 39, 44, 45, 46, 50, 51, 52, 54, 88, 121, 122, 123, 126, 128, 129, 130, 131

Casca de arroz 88, 104, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 142, 143, 144, 145, 146

Cinzas 93, 134, 137, 138, 140, 143

Compressão 14, 15, 18, 19, 22, 25, 27, 28, 34, 35, 53, 54, 83, 87, 88, 89, 90, 94, 97, 98, 102, 103, 104, 106, 107, 109, 110, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 125, 139

Concreto 1, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 27, 28, 29, 78, 79, 87, 88, 89, 90, 94, 95, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 123, 125, 127, 128, 131, 134, 137, 138, 139, 140, 144, 146

Construção civil 2, 5, 7, 12, 14, 16, 19, 29, 90, 102, 104, 120, 133, 134, 135, 140, 142, 145, 147, 148, 149, 150, 151, 171

D

Diretiva Europeia 153, 154

Drenos 30, 36, 37, 38, 41, 42

E

Eficiência energética 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163

Ensaios 13, 14, 17, 18, 19, 22, 25, 26, 27, 29, 32, 43, 44, 45, 47, 49, 50, 53, 89, 97,

106, 107, 108, 109, 110, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 126, 131, 139

Estaca 44, 45, 46, 50, 52, 54, 121, 122, 123, 125, 127, 128, 129, 131

Etiquetagem 153, 154, 158, 159, 160, 161, 162, 163

Expander Body 44, 45, 46, 49, 50, 53, 54

F

Fogo 87, 88, 89, 97, 98, 100, 103

G

Geológica 55, 59

Geotécnica 31, 54, 55, 58, 64, 71, 78, 125, 126

H

Heurístico 55, 57

M

Madeira 19, 20, 87, 91, 93, 134

N

Numérica 32, 121, 122, 124, 126

P

Patologia 14, 18, 29, 119

Pisos 1, 2

Plaxis 2D 121, 122, 124, 127, 130, 131, 132

Pulso ultrassônico 106, 107, 108, 109, 111, 115, 117, 118

R

Recalque 30, 31, 32, 34, 36, 38, 39, 40, 41, 42, 44, 45, 52, 53, 122, 123, 129, 130, 131

Remediação 74, 75, 76, 77, 84

Resíduos 65, 66, 70, 87, 89, 90, 91, 102, 133, 134, 138, 139, 147, 148, 149, 150, 151, 152

Resistência 14, 15, 16, 18, 19, 22, 25, 27, 28, 30, 31, 33, 34, 39, 41, 46, 48, 74, 76, 78, 81, 82, 83, 84, 87, 88, 89, 90, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 106, 107, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 123, 125, 139

Rio Doce 14, 15, 18, 19, 21, 22, 23, 26, 27, 28

Risco 7, 10, 14, 55, 56, 57, 58, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 73, 80, 88, 96, 97, 151, 168

S

Segurança 1, 3, 6, 7, 8, 11, 12, 13, 88, 107, 122

Simulação 97, 121, 124, 126, 128

U

Urbel 55, 56, 57, 58, 67, 70, 71

O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NA ENGENHARIA CIVIL 2

www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br
@atenaeditora
www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Atena Editora
Ano 2020

O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NA ENGENHARIA CIVIL 2

www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br
@atenaeditora
www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Atena Editora
Ano 2020