

FORÇA, CRESCIMENTO E QUALIDADE DA ENGENHARIA CIVIL NO BRASIL 4



FRANCIELE BRAGA MACHADO TULLIO
(ORGANIZADORA)

Atena
Editora
Ano 2021

FORÇA, CRESCIMENTO E QUALIDADE DA ENGENHARIA CIVIL NO BRASIL 4



**FRANCIELE BRAGA MACHADO TULLIO
(ORGANIZADORA)**

Atena
Editora
Ano 2021

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

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.



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

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. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
Prof^ª Dr^ª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª Ivone Goulart Lopes – Instituto 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
Prof^ª Dr^ª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Prof^ª Dr^ª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof^ª Dr^ª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Prof^ª Dr^ª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof^ª Dr^ª 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 Alfnas

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 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

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 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. 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
Prof^ª Dr^ª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^ª Dr^ª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Prof^ª Dr^ª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof^ª Dr^ª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Prof^ª Dr^ª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Prof^ª Dr^ª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Prof^ª Dr^ª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof^ª Dr^ª 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. 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. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais
Prof. Me. Alexandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof^ª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^ª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Prof^ª Dr^ª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof^ª Dr^ª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Prof^ª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Prof^ª 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
Prof^ª 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. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná
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
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
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Me. Fabiano Eloy Atilio Batista – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará
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 Paraná
Prof. 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
Prof^ª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Ma. Lilians Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Prof^ª Dr^ª 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. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof^ª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Prof^ª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^ª Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Prof^ª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Prof^ª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Prof^ª Dr^ª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa
Prof^ª 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
Prof^ª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Prof^ª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof^ª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Prof^ª 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

Força, crescimento e qualidade da engenharia civil no Brasil 4

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Flávia Roberta Barão
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadora: Franciele Braga Machado Tullio

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

F697 Força, crescimento e qualidade da engenharia civil no Brasil 4 / Organizadora Franciele Braga Machado Tullio. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-981-3

DOI 10.22533/at.ed.813210904

1. Engenharia civil. I. Tullio, Franciele Braga Machado (Organizadora). II. 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

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.

APRESENTAÇÃO

A obra “Força, Crescimento e Qualidade na Engenharia Civil no Brasil 3” contempla trinta e um capítulos com pesquisas sobre temas gerais da engenharia civil.

A engenharia civil é uma importante ferramenta social, pois através dela é possível apresentar propostas de edificações com fins sociais, bem como levar saneamento básico para comunidades vulneráveis.

Muitos estudos buscam trazer soluções sustentáveis através da engenharia civil. A aplicação de diversos tipos de resíduos pode gerar novos produtos aplicados na construção civil e pavimentação.

Conhecer o comportamento de materiais de construção, bem como o desenvolvimento de novos produtos, bem como a análise do comportamento de estruturas em diversos métodos construtivos auxilia os profissionais e estudantes a avaliar suas escolhas.

Por fim, apresentamos um estudo sobre o, ainda presente, preconceito que a mulher sofre na área de engenharia civil.

Desejo que esta obra proporcione uma agradável leitura e fomente novas pesquisas, contribuindo para a força, o crescimento e a qualidade da engenharia civil no Brasil.

Franciele Braga Machado Tullio

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ANÁLISE DA ESTABILIDADE GLOBAL DE EDIFÍCIOS MULTIPAVIMENTOS – COMPARATIVO ENTRE MODELOS

Juliane Miranda dos Santos
Pollyana Bittencourt Fraga Leitão
María Fernanda Quintana Ytza

DOI 10.22533/at.ed.8132109041

CAPÍTULO 2..... 24

ANÁLISE NUMÉRICA DA DISTRIBUIÇÃO DE CARGA EM PONTES DE MADEIRA LAMINADA COLADA

Felipe Batista Irikura
Jorge Luís Nunes de Góes

DOI 10.22533/at.ed.8132109042

CAPÍTULO 3..... 44

ERROS DE CÁLCULO NA ENGENHARIA

Giovanna de Souza Florenzano
Júlio César Brasil Júnior
Hugo Nascimento Barroso
Mariana Mattos dos Reis
Ylthar Ramos

DOI 10.22533/at.ed.8132109043

CAPÍTULO 4..... 50

PERCEPCIÓN DE LOS ALUMNOS SOBRE LA UTILIZACIÓN DE REALIDAD AUMENTADA EN LA ASIGNATURA DE DISEÑO DE HORMIGÓN REFORZADO

Gláucia Nolasco de Almeida Mello

DOI 10.22533/at.ed.8132109044

CAPÍTULO 5..... 61

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E MECÂNICA DE COLMOS DE BAMBU DAS ESPÉCIES *BAMBUSA TULDOIDES* E *PHYLLOSTACHYS AUREA*

Ana Claudia Dal Prá Vasata
Leonardo Müller Portes
Alana Karolyne Dametto dos Santos
Ana Caroline Cadorin
Leonardo Pirola dos Santos
Paôla Regina Dalcanal
Paulo Rogerio Novak
Fabiano Ostapiv

DOI 10.22533/at.ed.8132109045

CAPÍTULO 6..... 72

PEAD REFORÇADO COM FIBRA DE BAMBU

Franciele Matos Silva

Danilo Belchior Costa Silva
Luiz Felipe Alves Barcelo
Edson Alves Figueira Júnior
DOI 10.22533/at.ed.8132109046

CAPÍTULO 7..... 82

PRECONCEITO COM A MULHER NA ENGENHARIA CIVIL

Jaqueline de Souza
Raiany Ribeiro Teixeira
Bárbara Pegher Dala Costa
Sandro Roberto Mazurechen

DOI 10.22533/at.ed.8132109047

CAPÍTULO 8..... 87

INFRAESTRUTURA SUSTENTÁVEL: VIABILIDADE DE SISTEMA INTERLIGADO DE TELHADO VERDE, FILTRO ANAERÓBIO E DE AREIA

Thauan Ribeiro Sarmento
Lucas Tavares de Freitas
Daniel Cosmo Oliveira
David dos Santos Dias
Francisco Edmilson dos Passos Junior

DOI 10.22533/at.ed.8132109048

CAPÍTULO 9..... 98

CONFORTO TÉRMICO EM REFORMAS COM FINALIDADE SOCIAL

Barbara Correia do Nascimento
Gabriela Leite Lucio
Luiz Fernando Antunes de Souza
Taynah Thara Ferreira Bandeira
Maria Fernanda Quintana Ytza

DOI 10.22533/at.ed.8132109049

CAPÍTULO 10..... 110

ABRIGOS TEMPORÁRIOS EM ESTRUTURAS DE MADEIRA

Amanda Nascimento Mesquita
Beatriz Staff
Derlan Cruz Gonçalves
Victor Gitti Alves
Vinicius Gabriel Xavier Tomaz
Maria Fernanda Ytza Quintana

DOI 10.22533/at.ed.81321090410

CAPÍTULO 11..... 124

ANÁLISE DA PERCEPÇÃO DE RISCOS EM SEGURANÇA DO TRABALHO PELOS INTERVENIENTES NA CONSTRUÇÃO DE EDIFICAÇÕES VERTICAIS

Vinicius Borges de Lacerda Stecanella
Beatriz de Souza Correia

Hugo Sefrian Peinado

DOI 10.22533/at.ed.81321090411

CAPÍTULO 12..... 135

ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA E CRONOLÓGICA DO *TILT-UP* EM OBRAS SOCIAIS

Alberto Naddeo Neto

Julia Vinha Cirqueira Santos

Juliana Novaes Frutuoso Faria

Mateus Vicente da Costa

Nayara Cavichioli Monteiro

Wallace Fornos

Maria Fernanda Quintana Ytza

DOI 10.22533/at.ed.81321090412

CAPÍTULO 13..... 148

COMPARAÇÃO DOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS: ALVENARIA ESTRUTURAL E PAREDE DE CONCRETO

Bruna Pedrosa Miguel Silva

Bryam Isac Cardoso

Camila de Paula Silva

Erik Ricardo Monteiro Moura

Fernando Pereira da Silva Melo

Geovanna Santos Fernandes

Layse de Ataíde Araújo

Maria Fernanda Quintana Ytza

DOI 10.22533/at.ed.81321090413

CAPÍTULO 14..... 163

ESTUDO DE VIABILIDADE DE UMA ESTRUTURA METÁLICA COMO ALTERNATIVA PARA CONSTRUÇÕES: ESTUDO DE CASO EM GALPÃO INDUSTRIAL FEITO EM CONCRETO ARMADO PRÉ-FABRICADO

Enrique Santana dos Santos

Fábio Rodrigo Mandello Rodrigues

DOI 10.22533/at.ed.81321090414

CAPÍTULO 15..... 169

ANÁLISE, DIAGNÓSTICO E METODOLOGIA DE REPARO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM FACHADAS: ESTUDO DE CASO EM CONDOMÍNIO RESIDENCIAL NA CIDADE DE GUARUJÁ-SP

Guilherme Gonzaga Pereira

Camilla Diniz Ribeiro

DOI 10.22533/at.ed.81321090415

CAPÍTULO 16..... 186

***SOFTWARE ON-LINE* PARA ESTIMATIVA DE CUSTOS E INSUMOS DE EDIFICAÇÕES: ALVENARIA, REVESTIMENTO E ACABAMENTO**

Ana Beatriz Laluze Vaz

Gustavo Cabrelli Nirschl

DOI 10.22533/at.ed.81321090416

| | |
|----------------------------------|------------|
| SOBRE A ORGANIZADORA..... | 200 |
| ÍNDICE REMISSIVO..... | 201 |

INFRAESTRUTURA SUSTENTÁVEL: VIABILIDADE DE SISTEMA INTERLIGADO DE TELHADO VERDE, FILTRO ANAERÓBIO E DE AREIA

Data de aceite: 01/04/2021

Data de submissão: 08/01/2021

Thauan Ribeiro Sarmento

Instituto Federal da Paraíba
campus Cajazeiras
Cajazeiras - PB
<http://lattes.cnpq.br/6196764474314411>

Lucas Tavares de Freitas

Instituto Federal da Paraíba
campus Cajazeiras
Cajazeiras - PB
<http://lattes.cnpq.br/1931615279005144>

Daniel Cosmo Oliveira

Instituto Federal da Paraíba
campus Cajazeiras
Cajazeiras - PB
<http://lattes.cnpq.br/9492885819878701>

David dos Santos Dias

Instituto Federal da Paraíba
campus Cajazeiras
Cajazeiras - PB
<http://lattes.cnpq.br/4004738470184626>

Francisco Edmilson dos Passos Junior

Instituto Federal da Paraíba
campus Cajazeiras
Cajazeiras - PB
<http://lattes.cnpq.br/7479475776948521>

RESUMO: Este estudo tem como objetivo analisar um sistema interligado de telhado verde, filtro anaeróbio e filtro de areia. Isso será feito

basicamente por pesquisas bibliográficas focadas em cada componente separadamente, a fim de verificar sua necessidade e viabilidade como um todo, visando uma futura implantação. Isso será dividido por etapas de estudos individuais, onde, primeiramente, temos o tratamento do esgoto da residência que será realizado pelo filtro anaeróbio e que terá um pós tratamento por um filtro de areia, a fim de diminuir a carga orgânica presente na água que será reutilizada para irrigar o telhado verde, sendo avaliado qual tipo de telhado se adequaria melhor ao sistema aplicado na região do estudo. Se viável, contribuirá amplamente no desenvolvimento sustentável, trazendo uma proposta que alia o crescimento urbano com a natureza, além de possibilitar a criação de um modelo de saneamento básico local de baixo custo para a população urbana e rural, se atentando à adequação da comunidade ao sistema.

PALAVRA-CHAVE: Sustentabilidade, casa ecológica, casa inteligente, telhado verde, filtro anaeróbio, filtro de areia.

SUSTAINABLE INFRASTRUCTURE: VIABILITY OF GREEN ROOF INTERLINKED SYSTEM, ANAEROBIC AND SAND FILTERS

ABSTRACT: This study aims to analyze an interconnected green roof system, anaerobic filter and sand filter. This will be done basically by bibliographic searches focused on each component separately, in order to verify its need and feasibility as a whole, aiming at a future implementation. This will be divided into stages of individual studies, where, first, we have the

sewage treatment of the residence that will be carried out by the anaerobic filter and that will have a post treatment by a sand filter, in order to reduce the organic load in the water that will be reused to irrigate the green roof, being evaluated which type of roof would best suit the system applied in the study region. If feasible, it will contribute widely to sustainable development, bringing a proposal that combines urban growth with nature, in addition to enabling the creation of a low-cost local basic sanitation model for the urban and rural population, paying attention to the adequacy of the community to the system.

KEYWORDS: Sustainability, ecologicalhouse, smarthouse, greenroof, anaerobicfilter, sandfilter.

1 | INTRODUÇÃO

Com a desenfreada urbanização, a conseqüente devastação do meio ambiente segue um ritmo crescente. É responsabilidade da construção civil a boa relação entre desenvolvimento urbano e convívio com o meio ambiente, de maneira que diminua o consumo da matriz energética impactante atual e de modo que preserve a boa qualidade de vida. Também, quaisquer alternativas que minimizem a situação são de extrema importância, fazendo com que as áreas verdes encontrem seu caminho de volta às cidades. Segundo Savi (2012): “a arquitetura ao longo dos anos foi se afastando da construção orgânica e ecológica, de maneira que faz-se necessário retornar esses princípios para que possamos ter fundamentalmente uma sociedade sustentável e equilibrada.” Roaf (2006) *apud* Savi (2012) afirma que: “O mundo precisa de profissionais que integrem arquitetura, ecologia e engenharia. Profissionais que projetem edifícios passivos, ou seja, que usem o mínimo de energia e que a energia que utilizem provenha de fontes renováveis. A autora destaca ainda que esse é o único caminho daqui para frente. Precisa-se de interdisciplinaridade para projetar e construir, e é fundamental desenvolver uma consciência e uma formação dos profissionais para se adequarem as necessidades da construção civil paralelas ao projeto sustentável.” A infraestrutura no meio rural e urbana voltada ao tratamento de água e ao saneamento básico revela uma carência no setor. De acordo com os dados divulgados em reportagem no portal G1 (2018): “Apenas 45% do esgoto gerado no Brasil passa por tratamento. Isso quer dizer que os outros 55% são despejados diretamente na natureza.” Guimarães, Carvalho e Silva (2007) *apud* Ribeiro e Rooke (2010) ressaltam: “investir em saneamento é uma das formas de se reverter o quadro existente.” Dados divulgados pelo Ministério da Saúde (FUNASA, 2017) afirmam que para cada R\$ 1,00 investido no setor de saneamento, economiza-se R\$ 9,00 na área de medicina curativa. A utilização equilibrada dos recursos hídricos é tão importante quanto a sua correta destinação, visto que a problemática causada pela falta de água decorrente da seca, afeta diretamente a vegetação e a qualidade de vida local, mais especificamente do nordeste brasileiro, região que sofre com uma alta incidência de calor ambiental excessivo e radiação solar que acarretam inúmeras problemáticas aos habitantes, carecendo de tecnologias que possam

unir todos esses desafios e amenizá-los de forma integrada, inteligente e responsável, as quais são o ponto chave para a boa relação do homem com o meio ambiente. O telhado verde, portanto, se mostra ainda mais importante, uma vez que este é capaz de aumentar o conforto termo-acústico da edificação, proteger a edificação de raios solares e realizar certa filtragem do ar por meio da redução de CO₂ e produção de oxigênio. Projetos que possam unir todos esses desafios e amenizá-los de forma integrada, inteligente e responsável são o ponto chave para a boa relação do homem com o meio ambiente. Diante do exposto, surge uma alternativa para os telhados ecológicos integrados ao saneamento básico da região semiárida, corroborando com Savi (2012): “é importante destacar a necessidade de políticas e incentivos que fomentem o uso dos telhados verdes, pois essa técnica pode auxiliar a diminuir problemas recorrentes da falta de florestamento e alto índice de urbanização das cidades, mas para que o telhado verde seja totalmente sustentável, uma das opções com maior potencial de inovação, é a reutilização das águas residuais, proveniente de um sistema descentralizado com alto potencial de tratamento o qual seja viável econômico e socialmente.”

2 | JUSTIFICATIVA

Por os telhados verdes reduzirem consideravelmente a temperatura interior do local, o consumo energético é amplamente reduzido, tendo em vista o alto consumo realizado por equipamentos elétricos que trazem conforto térmico. Diante disso, essa redução de consumo de energia, se faz necessária, principalmente, pelo Brasil ter uma matriz energética que traz enormes impactos socioambientais, como os observados de acordo com o site Hidroenergia (2018).

De acordo com Thompson e Sorvig (2008) *apud* Baldessar (2012):

“os telhados verdes apresentam fatores econômicos: protegem telhados convencionais da radiação ultravioleta (UV) e das temperaturas extremas, as duas principais fontes de degradação dos telhados comuns. Materiais de cobertura, como os derivados do petróleo, são vulneráveis à degradação pela radiação UV; e um telhado verde formaria um verdadeiro escudo impermeabilizante à radiação, muitas vezes, duplicando (ou mais) a sua vida útil.[...] Tanto a poupança de energia como o ciclo de vida da cobertura apresentam benefícios ambientais e econômicos.”

Também, a elevada emissão de CO₂ feita pela humanidade ocasiona inúmeros e conhecidos problemas, exemplificados pelo aquecimento global. Por isso, implementações de telhado verde na urbanização é um fator de bastante relevância, dado o papel das vegetações no ciclo desse gás. Além de que, essa cobertura possui importância no conforto acústico da edificação. Conforme Baldessar (2012), o nível de ruído excessivo nas cidades, provocado pelo tráfego e por diversas outras fontes, afeta psicológica e fisicamente as pessoas. As coberturas tradicionais expandem as ondas sonoras, no entanto as plantas e o

substrato absorvem essas ondas, reduzindo expressivamente os ruídos. Ao mesmo tempo deve ser observado que os baixos índices pluviométricos no nordeste brasileiro obrigam que seja utilizada, muitas vezes, a própria água tratada dos reservatórios que serviriam para consumo local. Portanto, a irrigação feita através de um recurso reaproveitado é de suma importância, requerendo uma forma alternativa de tratamento dos efluentes domésticos, o qual se encaixe nas necessidades da comunidade e do meio ambiente. Na Região Nordeste, a utilização de fossas negras (tanques sépticos não impermeabilizados que servem como disposição final para esgotos residenciais) são juntamente com o despejo desses efluentes em córregos, nascentes ou áreas verdes, a prioridade como meios de destinação dos esgotos. Na cidade de Cajazeiras-PB, um dos centros da Mesorregião do Alto Sertão paraibano, 45,2% dos habitantes não possuem esgotamento sanitário adequado, sendo esse dado ainda mais agravado nas comunidades rurais, segundo o IBGE (s.d.). Há que se perceber a necessidade da aplicação de tecnologias adequadas à realidade do Brasil, e que possibilite o enfrentamento da questão, atendendo situações presentes tanto em grandes cidades como em pequenos assentamentos humanos. A adoção de soluções funcionalmente simples e, por conseguinte, com alta relação benefício/custo pode revelar-se vantajosa. Diante das condições ambientais, culturais, e econômicas do Brasil, soluções funcionalmente simples são as que utilizam os processos menos mecanizados e reatores mais fáceis de serem construídos e operados (ÁVILA, 2005).

3 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Desenvolvidos a partir da década de 1960 na Alemanha, a nova indústria de telhados verdes pesquisou e aperfeiçoou materiais, desenvolveu normas e manuais construtivos, pesquisando os benefícios ambientais, sociais e econômicos deste novo mercado onde Alberto *et al.*, 2012 resumem: Esta técnica consiste na aplicação de vegetação sobre coberturas, podendo ser aplicada em qualquer tipo de edificação, desde que observadas questões como estrutura da instalação, sistema de drenagem e impermeabilização do local a ser implantado. Segundo BALDESSAR, 2012: Os sistemas construtivos devem se acomodar ao clima predominante, recusando um plano de construção global válido para qualquer região e situação. Em se tratando do uso de cobertura verde nas cidades é, sem dúvida alguma, um possível potencial a ser explorado. Esse tipo de cobertura é recomendado para diversos climas e lugares onde o regime de precipitação seja deficiente. Apresenta grandes vantagens, tanto do ponto de vista do conforto devido à umidade do ar e de sua temperatura, bem como a consideração do efeito ambiental que é capaz de produzir no seu entorno. Destacando algumas destas vantagens, tem-se a retenção do pó e de substâncias contaminantes na capa vegetal; uma proteção eficaz contra a radiação solar e o aumento da capacidade de esfriamento por evaporação, acabando por melhorar a umidade ambiental, o aumento do espaço útil, a considerável melhora do isolamento

e da estabilidade térmica interior e ainda os efeitos derivados da absorção de ruído. O maior custo do sistema pode ser minimizado pelas vantagens que proporciona ao ambiente interior e exterior. É consenso que o consumo energético contemporâneo possui elevados números e sua geração impacta negativamente o meio ambiente. Estudo feito por Mello *et al.* (2010) feito na Faculdade de Engenharia Mecânica da UNICAMP, teria uma redução da temperatura por meio da cobertura verde que equivale a reduzir 40% no consumo de energia apenas para os aparelhos condicionadores de ar. Para a produção da cobertura com vegetação, atualmente no Brasil, existem várias estruturas, resumidas em 4 sistemas: Hexa da Ecotelhado, modular do Instituto Jardim, vernacular e vernacular sobre laje pré-moldada. Todos os sistemas oferecem as vantagens citadas anteriormente, podendo funcionar de maneiras diferentes, variando de acordo com a plantação. Devido aos baixos índices pluviais no nordeste, é comum a prática da irrigação utilizando a pouca água tratada existente. A utilização de métodos alternativos para abastecer a necessidade hídrica da vegetação presente no telhado é, além de pouco utilizado, pouco difundido, um aspecto extremamente negativo à implantação de telhados verdes, já que, de acordo com o site Tera (2013), no Brasil, o índice de consumo de água para irrigação chega a 72%, evidenciando ainda mais a necessidade de políticas de reutilização da água para esta finalidade em âmbito nacional. O reuso de água representa atualmente uma prática inevitável para a manutenção da oferta de água em ambientes rurais e urbanos. A discussão e a implantação de políticas de reuso são emergenciais, especialmente na região semiárida brasileira. Os impedimentos ao desenvolvimento econômico local, causados pela condição de escassez hídrica já é uma realidade histórica e o uso de tecnologias adaptadas as condições climáticas e hidrogeológicas local precisa ser disseminada imediatamente. No trabalho publicado por Brazão e Silva (2016), eles mostraram que do ponto de vista da garantia da oferta de água para atividades humanas, são discutidas duas alternativas para a prática de reuso: o aproveitamento de águas cinzas servidas em ambientes domésticos e o armazenamento de águas pluviais. Analisando a viabilidade na utilização do sistema de tratamento proposto para irrigação dos telhados verdes, temos que, segundo Silva (2003), o reuso do efluente anaeróbio na irrigação de uma cultura é, sem dúvida, vantajoso tanto no aspecto sanitário como no agrônomo. As características físico-químicas consideradas insatisfatórias no tratamento anaeróbio são aproveitadas pelo sistema solo-planta, obtendo-se resultados de produtividade agrícola condizentes a um cenário de irrigação com água em solo adubado. Os processos anaeróbios contribuem para a solução desse problema, principalmente aqueles sistemas tidos como simplificados e de baixo custo, tal como o tanque séptico e o filtro anaeróbio, o qual é uma opção e de baixo custo que remove aproximadamente 70% da matéria orgânica e produz uma quantidade reduzida de lodo. No entanto, como não produzem um efluente adequado aos padrões legais, os sistemas anaeróbios devem ser vistos como uma primeira etapa do processo, necessitando um pós-tratamento que complemente a remoção da matéria orgânica (TONETTI, 2012). Neste caso, os filtros

de areia podem ser uma alternativa para cumprir tal função, mantendo o baixo custo e garantindo um efluente com alta qualidade e compatível aos padrões de lançamento. A combinação de processos anaeróbios e aeróbios segundo Gomes (2015), permite explorar as vantagens de cada processo, minimizando-se os aspectos negativos, resultando, por exemplo, na implementação de sistemas compactos de baixa acumulação de lodo (reatores anaeróbios) e maior remoção de matéria orgânica (característica de reatores aeróbios). Com estas características, afirma Cruz (2009), que o filtro de areia não só retém a matéria orgânica em suspensão nos poros de seu material filtrante, mas também degrada a matéria orgânica particulada e em solução, fato que leva os autores Jordão e Pessoa (2011) afirmarem que o sistema é incorretamente chamado de filtro já que seu funcionamento não se baseia somente na filtração. Relacionando estudos de sistemas semelhantes ao proposto neste estudo, de acordo com Tonetti (2012), o tratamento anaeróbio sendo acrescido do filtro de areia tem um aumento da remoção de sólidos suspensos totais de até 65,1%, dando maior robustez ao protótipo. No caso do sistema composto por fossa séptica e filtro de areia desenvolvido por Cruz (2009), as médias dos valores da turbidez (parâmetro relacionado à redução da transparência do fluido) foi alcançada uma alta porcentagem de remoção (95,9%). Já no sistema de Santos (2012), um sistema de tanque séptico com duas câmaras em série associado a um filtro anaeróbio ascendente, em Campina Grande – PB, foi alimentado durante 16 meses com esgoto bruto real e chegou às seguintes conclusões: a remoção de DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) e SS (Sólidos em Suspensão) na primeira câmara foram de 70 e 77% respectivamente, na segunda câmara resultaram em 75 e 90% e após o filtro, foram obtidos 85 e 92%, respectivamente. Recomenda-se um tempo de detenção hidráulica de no mínimo de 0,4 dia. Os estudos na área são, muitas vezes, conduzidos em escala de bancada, apresentando uma carência de pesquisas em condições de campo (GOMES, 2015).

4 | OBJETIVO GERAL

Esboçar uma revisão bibliográfica para desenvolver a necessidade, recomendações, fatores para dimensionamento e viabilidade de uma futura implantação do sistema de telhado verde em residências modelo no sertão nordestino, de forma que possua irrigação feita através do bombeamento da água tratada por sistema de filtração anaeróbia com pós tratamento por filtro de areia.

5 | METODOLOGIA

O estudo constituiu-se em estudo bibliográfico das vertentes que podem influenciar o comportamento do sistema telhado verde e filtros anaeróbio e de areia, a fim de dimensioná-lo e viabilizá-lo da melhor maneira para a região do sertão nordestino. Dessa forma, fez-se como instrumento principal da pesquisa bibliotecas científicas online e normas

regulamentadoras brasileiras, sem se limitar a datas específicas. Para atingir o objetivo proposto, as pesquisas foram realizadas e divididas por componente individualmente, sendo eles: filtro anaeróbio, filtro de areia e telhado verde. Dessa maneira, os trabalhos utilizados foram selecionados de acordo com sua relevância para prever o funcionamento do sistema completo e estabelecer dados referentes ao dimensionamento do sistema proposto na região do sertão nordestino, se atentando a fatores como vegetações mais indicadas, materiais mais acessíveis de baixo custo, reciclados ou recicláveis, em sua maioria.

6 | RESULTADOS

De acordo com a revisão bibliográfica feita, o sistema é viável e para dimensioná-lo, inicialmente, seria necessário fazer uma análise da residência onde o sistema será implantado, verificando fatores como quantidade de habitantes, tamanho, disposição geográfica, entre outros fatores determinantes no dimensionamento do sistema. A casa alvo do sistema empregaria o sistema de telhado verde de maneira extensiva, visto que possui menor sobrecarga para a edificação e possui menores custos de manutenção, garantindo a autonomia dos moradores. O teto verde se iniciaria com um sistema de impermeabilização da laje, para garantir que não ocorra infiltração na edificação decorrente de águas pluviais ou águas providas da irrigação. Acima da impermeabilização terá uma manta geotêxtil feita de material sintético feito a partir da reciclagem de garrafa PET, assegurando que areia e outros sedimentos sólidos não passem para a tubulação de escoamento da água. Sobre essa manta, seria colocada mais uma camada de argila expandida, esta traria uma boa drenagem da água e auxiliaria no bom crescimento das raízes devido ao arejamento. Acima desta, outra camada da manta será de bastante importância, a fim de evitar que a areia do substrato se misture com a argila expandida, de maneira que sua eficiência seja comprometida. Por fim, na viável implantação, teria o substrato e a plantação logo após.

Segundo Krebs e Sattler (2012): “a escolha criteriosa das espécies é fundamental para que as vantagens da cobertura viva sejam aplicadas”, portanto visando a redução do custo de instalação, manutenção, carga da estrutura e disponibilidade regional, é de amplo potencial a utilização de gramíneas como vegetação do sistema. Diante disso, tapetes naturais de grama esmeralda se mostram viáveis a serem utilizados no projeto, já que, de acordo com Gurgel (2003), esta planta desenvolve-se bem em áreas de plena insolação, se adapta a diferentes tipos de solo, desde arenosos, a argilosos. O substrato abaixo da grama, por sua vez, seguirá a recomendação de onde ela será adquirida. Ainda com Krebs e Sattler (2012), “substrato: é onde se encontram os nutrientes, dando suporte à vegetação, retendo e absorvendo água.”

Minke (2004) *apud* Krebs e Sattler (2012), descreve que as coberturas de leve inclinação são as mais indicadas para as coberturas vivas extensivas, sendo as mais fáceis

de executar e baratas, se comparadas às demais inclinações.

Diante da alta insolação presente no sertão paraibano, faz-se necessário a planificação contendo uma mínima inclinação da cobertura com máximos 2% de inclinação para o escoamento pluvial por meio de ralos e/ou calhas. Essa planificação da cobertura garantiria que a água proveniente da irrigação fique retida por mais tempo e que a vegetação a possua sem que esta escoe ou evapore rapidamente, no caso de telhados de maior acrive.

Para a irrigação do telhado de forma inteligente e o tratamento do efluente gerado pela casa modelo onde o sistema seria utilizado, a instalação do conjunto fossa séptica e filtro anaeróbio deve ser baseada em etapas constituídas por: estudo do solo e clima, a fim de gerenciar aspectos como infiltração, temperatura do filtro, distância de poços, rios e cisternas; estudo dos despejos produzidos, analisando, principalmente, os níveis de óleos, graxas e materiais de limpeza como desinfetante e detergentes; instalação do conjunto fossa e filtro, baseando-se como referencial teórico a NBR 7229 e a NBR 13969, dimensionando do conjunto de acordo com as fórmulas $V=1000+N(CT+KLf)$ e $V=1,6NCT$. O Filtro de Areia deve ser dimensionado de acordo com Junior e Martins (2016), exigindo camada com altura mínima de 250 mm para o leito filtrante que será constituído por areia e entulho. A caixa sifonada será utilizada para que o Filtro de Areia aja de forma intermitente, que, juntamente com a tubulação de aeração, potencializarão o processo aeróbio, como aponta os estudos de Gomes (2015).

Após o processo de filtração, o efluente seria direcionado a uma câmara de 1000 litros, tendo duas disposições finais: o bombeamento até o sistema de irrigação do telhado, o qual ocorrerá por meio de aspersores, e seu lançamento em uma vala de infiltração composto por areia e brita, fazendo com que a água residual penetre o solo.

7 | CONCLUSÃO

Dada a gravidade da situação do não reuso dos recursos hídricos em uma residência, falta de saneamento básico, aliado ao pouco convívio com o meio ambiente que as cidades atualmente enfrentam e o desconforto térmico que várias famílias principalmente no sertão nordestino suportam, espera-se obter um modelo sustentável para essa problemática. A utilização do sistema telhado verde, filtro anaeróbio e de areia surge com um grande potencial, visto que a cobertura verde cumpre papel fundamental no isolamento termoacústico de uma residência, valoriza esteticamente e traz de volta às cidades o contato com a natureza, e os filtros, por sua vez, garantirão um bom reuso da água e diminuirão a demanda por saneamento básico que muitas famílias não possuem. Para tanto, o estudo procurou se atentar a qual forma de cobertura atenderia melhor a necessidade climática e da baixa manutenção, chegando à conclusão que, em lajes convencionais (treliçadas ou maciças), a inclinação adequada deve se manter no máximo em 2%, garantindo que a

vegetação armazene água sem que esta evapore ou escoe rapidamente. Além disso, para o sertão nordestino, indica-se culturas que se adequem ao clima da região, possua baixo peso para a edificação, raízes curtas e baixa demanda de manutenção, como a grama-esmeralda. O sistema de tratamento de água, por sua vez, deverá ser dimensionado de acordo com as normas regulamentadoras citadas, o qual possui um baixo custo, pouca mão de obra especializada, baixa manutenção (de 3 a 5 anos), grande potencial para irrigação de culturas e sendo uma das melhores alternativas para suprir a necessidade de saneamento básico nas comunidades mais carentes e/ou isoladas no sertão nordestino. Recomenda-se que no sistema, seja utilizado tonéis de 200L e caixas d'água de 1000L, barateando o sistema e aumentando sua vida útil, e tenha como material de enchimento do filtro anaeróbio entulho e britas 0 e 1. Diante da implantação, o sistema completo garantirá, além de conforto ambiental, um saneamento básico adequado para seus utilizadores, de modo que seus recursos hídricos sejam utilizados de forma inteligente.

REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7229**: Projeto construção e operação de sistemas de tanque sépticos, Rio de Janeiro, 1993.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13969**: Tanques sépticos – unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos. Rio de Janeiro, 1997.

ALBERTO, E. Z. *et al.* Estudo do telhado verde nas construções sustentáveis. *In*: XII Safety, Health and Environment World Congress. São Paulo: 2012. Acesso em 12 fev. 2019.

ÁVILA, R. O. **Avaliação do desempenho de sistemas tanque séptico-filtro anaeróbio com diferentes tipos de meio suporte**. Rio de Janeiro. 2005. Disponível em <http://www.saneamento.poli.ufrj.br/images/Documento/teses/RenataOliveiradeAvila.pdf> Acesso em 27 fev. 2019.

BALDESSAR, S. M. **Telhado verde e sua contribuição na redução da vazão da água pluvial escoada**. Curitiba. 2012. Disponível em <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/52621/R%20-%20D%20-%20SILVIA%20MARIA%20NOGUEIRA%20BALDESSAR.pdf?sequence=1&isAllo wed=y>. Acesso em fev. 2019.

BRAZÃO, A. J. da C.; SILVA, R. D. R. Cenário do reúso de água no nordeste brasileiro: estudos de casos e desafios. *In*: I CONGRESSO INTERNACIONAL DA DIVERSIDADE DO SEMIÁRIDO. V. 1, 2016, ISSN 2526-186X. Campina Grande. Disponível em http://www.editorarealize.com.br/revistas/conidis/trabalhos/TRABALHO_EV064_MD1_SA5_ID2698_24102016230519.pdf. Acesso em 21 fev. 2019.

CRUZ, L. M. **Tratamento de esgoto sanitário em reator anaeróbio preenchido por casca de coco verde (cocos nucifera) combinado com filtro de areia**. Campinas. 2009. Disponível em http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/258677/1/Cruz_LuanaMattosdeOliveira_M.pdf. Acesso em 22 fev. 2019.

FUNASA - FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. Cada real gasto em saneamento economiza nove em saúde”, disse ministro da saúde, 2017. Disponível em http://www.funasa.gov.br/todas-as-noticias/-/asset_publisher/lpnzx3bJYv7G/content/cada-real-gasto-em-saneamento-economiza-nove-em-saude-disse-ministro-dasaude?inheritRedirect=false, acesso em 12 fev.2019.

GOMES, B. G. **Tratamento de esgoto de pequena comunidade utilizando tanque séptico, filtro anaeróbio e filtro de areia.** Campinas. 2015. disponível em http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/258423/1/Gomes_BiancaGraziellaLentoAraujo_M.pdf. Acesso em 07 fev. de 2019.

GLOBO. **Saneamento avança, mas Brasil ainda joga 55% do esgoto que coleta na natureza, diz estudo.** 2018. Disponível em <https://g1.globo.com/economia/noticia/saneamento-avanca-mas-brasil-ainda-joga-55do-esgoto-que-coleta-na-natureza-diz-estudo.ghtml>, acesso em 06 mar. 2019.

GURGEL, R. G. **Principais espécies e variedades de grama.** Botucatu. 2003. Disponível em <http://infograma.com.br/wp-content/uploads/2015/10/PRINCIPAISESP%C3%89CIES-E-VARIEDADES-DE-GRAMAS.pdf>. Acesso em 12 fev. 2019.

HIDROENERGIA. As 5 maiores fontes de energia elétrica no Brasil. Ijuí. 2018. Disponível em <http://www.hidroenergia.com.br/as-5-maiores-fontes-de-energia-eletrica-no-brasil/>. Acesso em 12 fev. 2019.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Território e ambiente. (s.d.) Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/cajazeiras/panorama>. Acesso em 01 fev. 2019.

JUNIOR, R. M.; MARTINS, M. V. L. Dimensionamento de filtro de areia para tratamento de água cinza do bloco novo do irn. Itajubá. 2016. Disponível em: <file:///C:/Users/CEOF/Downloads/48130-185195-1-PB.pdf>. Acesso em 11 fev. 2019.

KREBS, L. F.; SATTLER, M. A. (2012). Coberturas vivas extensivas: análise da utilização em projetos na região metropolitana de Porto Alegre e Serra Gaúcha. Porto Alegre. Disponível em <http://www.univates.br/revistas/index.php/destaques/article/view/248>. Acesso em fev. 2019.

MELLO, G. B. P. D. *et al.* (2010). **Estudo da implantação de um telhado verde na faculdade de engenharia mecânica.** Campinas. Acesso em 12 fev. 2019.

RIBEIRO, J. W.; ROOKE, J. M. S. **Saneamento básico e sua relação com o meio ambiente e a saúde pública.** Juiz de Fora. 2010. Disponível em <http://www.ufjf.br/analiseambiental/files/2009/11/TCCSaneamentoSa%C3%BAde.pdf>. Acesso em 12 fev. 2019.

SANTOS, L. R. **Pós-tratamento de efluentes de filtro anaeróbio procedido de tanque séptico por filtros aeróbios intermitentes de areia.** 2012. Disponível em <http://pos-graduacao.uepb.edu.br/ppgcta/download/dissertacoesdefendidas/Dissertacoes2012/Dissertacao%2057%20LEONARDO.pdf>. Acesso em: 14 fev. 2019.

SAVI. Adriane Cordoni. Telhados verdes: análise comparativa de custo com sistemas tradicionais de cobertura. (Monografia de Especialização) Curso de Construções Sustentáveis, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2012.

SILVA, R. S. **Reuso agrícola do efluente de um filtro anaeróbio utilizando um sistema de irrigação por sulcos.** Campinas. 2003. Disponível em http://repositorio.unicamp.br/jspui/bitstream/REPOSIP/257852/1/Silva_RicardoStahlschmidtPinto_M.pdf. Acesso em 17 fev. 2019.

TONETTI, A. L. *et al.* **Tratamento de esgoto e produção de água de reúso com o emprego de filtros de areia**. Rio de Janeiro. 2012. Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522012000300005. Acesso em 02 fev. 2019

TERA. (2013). Irrigação é responsável pelo consumo de 72% da água no Brasil. Jundiaí. Disponível em <https://www.teraambiental.com.br/blog-da-teraambiental/bid/320413/irrigacao-responsavel-pelo-consumo-de-72-da-agua-no-brasil>. Acesso em fev de 2019.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Abrigo 110, 111

Acidentes 44, 46, 112, 124, 125, 126, 127, 131, 132, 133, 136

AHP 124, 125, 127

Alvenaria estrutural 135, 137, 138, 139, 142, 143, 144, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161

Análise 1, 2, 3, 8, 9, 10, 12, 14, 19, 20, 22, 23, 24, 26, 33, 41, 42, 43, 44, 45, 48, 63, 71, 74, 80, 83, 84, 93, 96, 98, 99, 102, 103, 106, 108, 111, 117, 119, 124, 127, 130, 133, 134, 137, 138, 139, 141, 142, 143, 144, 146, 147, 154, 157, 159, 169, 170, 174, 180, 181, 184, 187

C

Canteiro de obras 124, 134

Casa ecológica 87

Casa inteligente 87

Conforto térmico 89, 98, 99, 100, 101, 103, 104, 105, 108, 113, 145

Construção civil 25, 44, 61, 62, 63, 71, 72, 74, 76, 81, 82, 84, 88, 104, 105, 108, 111, 112, 125, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 144, 148, 185, 186, 198

Custo 20, 21, 74, 87, 90, 91, 92, 93, 95, 96, 102, 135, 137, 139, 140, 141, 144, 145, 146, 149, 152, 159, 160, 163, 164, 186, 187, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 199

D

Distribuição transversal 24, 28, 35, 36, 37, 41

E

Engenharia 23, 42, 43, 44, 45, 46, 49, 63, 71, 72, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 88, 91, 96, 100, 108, 111, 134, 136, 138, 140, 144, 146, 147, 151, 161, 162, 185, 186, 200

Engenharia civil 23, 42, 43, 44, 63, 71, 72, 80, 82, 83, 84, 85, 86, 111, 134, 136, 140, 144, 146, 147, 185, 186

Engesser-Courbon 24, 26, 27, 31, 35, 40, 42, 43

EPS 98, 100, 105, 106, 107, 109

Erros de cálculo 44, 45

Esforços estruturais 110, 118, 122

Estabilidade 1, 2, 3, 8, 9, 10, 14, 19, 20, 21, 22, 24, 26, 91, 111, 167

Estimativa 135, 137, 139, 141, 186, 187, 188

Estrutura 1, 2, 3, 4, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 26, 28, 31, 32, 38, 39, 46, 48, 72, 75, 90, 93, 98, 110, 111, 113, 115, 116, 117, 118, 119, 123, 124, 127, 130, 131,

133, 141, 143, 144, 150, 151, 152, 154, 155, 158, 159, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 170, 175, 182, 183, 184, 187, 198

Estruturas de concreto 22, 23, 161, 163, 170, 184, 185

Estruturas metálicas 47, 163, 165, 167

F

Familiares 82, 136

Fibra de bambu 72, 74, 75, 76, 79, 80

Filtro anaeróbio 87, 91, 92, 93, 94, 95, 96

Filtro de areia 87, 92, 93, 94, 95, 96

G

Galpão industrial 146, 163, 164

H

Habitação de interesse social 148

Habitações populares 108, 135, 138, 139, 140, 146, 147

L

Leonhardt 24, 25, 26, 27, 31, 32, 35, 40, 41, 42

M

Madeira 24, 25, 42, 43, 47, 63, 75, 103, 104, 105, 106, 107, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 121, 122, 123, 138, 152, 155, 156, 159, 161, 166

MEF 24, 26, 41

Método CLT 110, 115, 117

Método construtivo 135, 136, 137, 138, 140, 142, 144, 146, 149, 152, 160

Módulo de elasticidade 3, 31, 62, 64, 65, 66, 67, 68, 70, 159

Mulheres 82, 83, 84, 85, 86

O

Obras sociais 98, 135, 136, 144

P

Parede de concreto 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161

PEAD 72, 73, 74, 75, 76, 78, 79, 80, 81

Pintura externa das telhas 98

Preconceito 82, 83, 84, 85, 86

Produtividade na construção civil 135

Profissionais 1, 82, 83, 84, 86, 88, 124, 125, 128, 129, 131, 133, 145, 152, 187, 198

R

Reforma de cobertura 98

Resistência à compressão 61, 62, 70, 71, 72, 75, 117, 167

Resistência à tração 62, 70, 73, 74, 76

S

Segurança do trabalho 124, 125, 133, 134, 200

Sistemas construtivos 90, 108, 138, 141, 147, 148, 149, 150, 152, 160

Software 1, 2, 3, 14, 18, 26, 30, 31, 33, 40, 48, 49, 60, 119, 135, 139, 142, 165, 166, 186, 187, 189, 190, 194, 196, 197, 198

Sustentabilidade 87, 110

Sustentável 71, 72, 73, 80, 87, 88, 89, 94, 134

T

Telhado verde 87, 89, 92, 93, 94, 95, 96

Tetra Pak 98, 107, 108

Tilt-up 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147

TQS 1, 2, 3, 8, 10, 11, 12, 14, 18, 19, 22

FORÇA, CRESCIMENTO E QUALIDADE DA ENGENHARIA CIVIL NO BRASIL 4



www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

 **Atena**
Editora

Ano 2021

FORÇA, CRESCIMENTO E QUALIDADE DA ENGENHARIA CIVIL NO BRASIL 4



www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

 **Atena**
Editora

Ano 2021