

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 Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília

Prof^ª Dr^ª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás

Prof^ª Dr^ª 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

Prof^ª Dr^ª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina

Prof^ª Dr^ª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília

Prof^ª Dr^ª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina

Prof^ª Dr^ª 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

Prof^ª Dr^ª 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

Prof^ª Dr^ª 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

Prof^ª Dr^ª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof^ª Dr^ª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará

Prof^ª Dr^ª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma

Prof^ª Dr^ª 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

Prof^ª Dr^ª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino

Prof^ª Dr^ª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof^ª Dr^ª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof^ª Dr^ª 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

Prof^ª Dr^ª 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. Aleksandro 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 fomenta 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 <i>BAMBUSA TULDOIDES</i> E <i>PHYLLOSTACHYS AUREA</i> 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 Sarmiento
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

CAPÍTULO 4

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

Data de aceite: 01/04/2021

Gláucia Nolasco de Almeida Mello

Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais
Belo Horizonte – MG

RESUMEN: Para el Ingeniero Civil, una de sus principales actividades es el desarrollo de diseño y, de esta manera, su implicación con dibujos y representación de estructuras es intensa. Así, la habilidad de visualización espacial y rotación mental es especialmente importante para ese profesional. De esa manera, la motivación general de esta investigación fue planear y desarrollar actividades utilizándose aplicación para móviles con los recursos de la realidad aumentada, para las disciplinas de dibujos de hormigón reforzado en el curso de Ingeniería Civil. Se desarrolló cuatro actividades utilizándose los recursos de realidad aumentada con la aplicación Sketchfab. Treinta y ocho alumnos hicieron las actividades y respondieron a un cuestionario que fue utilizado como instrumento para evaluar la percepción de los alumnos acerca de la utilidad, facilidad de uso, motivación e intención de uso de los recursos para el aprendizaje de los contenidos de la asignatura. Casi todos los alumnos creen que los recursos empleados son muy relevantes para el aprendizaje, hacen el aprendizaje más divertido y facilitan la visualización de los detalles de las estructuras. En ese contexto, se concluye que, mientras haga mucho que investigar aun, la RA es un recurso importante para mejorar

la habilidad de visualización espacial de los estudiantes de ingeniería y por consecuencia el desempeño de estructuras.

PALABRAS-CLAVE: Diseño estructural. Hormigón reforzado. Visualización espacial. Realidad aumentada.

STUDENTS' PERCEPTION ABOUT THE USE OF AUGMENTED REALITY IN REINFORCED CONCRETE DESIGN COURSE

ABSTRACT: The design is one of the main activities of Civil Engineer, so his involvement with drawings and representation of structures is intense. In this way, the spatial visualization competence and mental rotation is especially important for that professional. The motivation of this research was to plan and develop activities using a mobile application with augmented reality resources, for the disciplines of reinforced concrete design in the Civil Engineering course. Four activities were developed using the augmented reality resources with the Sketchfab platform. Thirty-eight students did the activities and answered a questionnaire that was used as an instrument to assess the students' perception of the usefulness, ease of use, motivation, and intention to use the resources for learning the content. Almost all students believe that the resources used are truly relevant to learning, make learning more fun and facilitate the visualization of the details of the structures. In this context, it was concluded that, while there is still a lot of research to be done, augmented reality is an important resource to improve the spatial

visualization skill of engineering students and consequently the performance of structures.

KEYWORDS: Structural design. Reinforced concrete. Spatial visualization. Augmented reality.

1 | INTRODUCCIÓN Y MARCO TEÓRICO

Las edificaciones de estructuras de hormigón, acero, madera o de otro material, con sus arreglos complejos de los elementos estructurares, son comúnmente representados en un conjunto de dibujos en dos dimensiones. En los dibujos son indicadas la cantidad, la longitud y el diámetro de los aceros y, también, sus posiciones dentro de los elementos estructurales, o sea, toda la información necesaria para la ejecución exitosa de la estructura. En las universidades se han utilizado los dibujos y las imágenes estáticas, bidimensional (2D) o tridimensional (3D), para transmitir la complejidad de estos arreglos y sus modos de interacción. De acuerdo con Fogarty, McCormick y El-Tawil (2018), la representación 2D requiere que los estudiantes construyan una imagen del elemento estructural o conjunto de varios elementos con información y experiencia limitadas. Además, combinado eso con la falta de énfasis en dibujos bidimensionales de las estructuras tridimensionales en los cursos ingeniería civil pueden obstaculizar la capacidad de los estudiantes de visualización espacial de los arreglos en dos dimensiones. Visualizar arreglos espaciales y complejos puede ser un desafío para algunas personas aún más cuando hay la deformación o el movimiento de estos arreglos en varios escenarios de carga u otros estímulos externos. De acuerdo con Maier (1994 apud SORBY, 2001), para profesiones tecnológicas como por ejemplo la ingeniería, la habilidad de visualización espacial (HVE) y rotación mental es especialmente importante.

1.1 Habilidad de Visualización Espacial (HVE)

Lin (2016) ha presentado algunas pruebas para evaluar la HVE de los estudiantes. En ese conjunto de pruebas se encuentra la de la Universidad de Purdue - *Purdue Spatial Visualization Test* (PSVT), que fue utilizada por Sorby y Veurink (2012) para evaluar la capacidad de visualización espacial de estudiantes estadounidenses y de otras partes del mundo. En la investigación de estos autores, ellos concluyen que las diferencias culturales en la educación preuniversitaria entre los estudiantes estadounidenses y particularmente de aquellos países de los cuales son reclutados a la mayoría de los estudiantes internacionales en Estados Unidos, son probablemente un factor importante que caracterizan las habilidades espaciales poco desarrolladas. Segil et al. (2017) también investigaron la capacidad de visualización espacial de estudiantes de varias partes del mundo en la universidad estadounidense. Los autores (SEGIL et al., 2017) han propuesto un *workshop* para los estudiantes que no han obtenido la media necesaria en la prueba PSVT y, ellos concluyeron que el entrenamiento fue efectivo, pero no suficiente.

Con la finalidad de mejorar HVE en el alumno, Mello, Maia y Calixto (2016) han planeado y desarrollado un sitio en la internet para la enseñanza de proyectos de hormigón

reforzado. Entre otras actividades el sitio tenía una aplicación web para calcular elementos estructurales (vigas y columnas) de hormigón reforzado. Por medio de la aplicación los alumnos podrían interactuar con el programa informático y determinar la rotación de la estructura. La aplicación fue desarrollada en lenguaje de programación Java, con recursos Java 3D. Fogarty, McCormick y El-Tawil (2018) han investigado el uso de herramientas de realidad virtual para ayudar a los estudiantes a comprender lo complejo del concepto de pandeo en estructuras de ingeniería. Este estudio de métodos mixtos analiza los exámenes previos y posteriores que cubren temas que requieren habilidades de visualización espacial, así como también encuestas y entrevistas a los estudiantes que usan las herramientas de realidad virtual. Los resultados cuantitativos indican que los estudiantes pueden identificar y visualizar los modos de pandeo de forma más precisa después de la experiencia de realidad virtual. Cualitativamente, los estudiantes expresan una mejor comprensión, mayor entusiasmo por el tema y mayor deseo de que otros temas sean presentados usando herramientas de realidad virtual.

1.2 Realidad Aumentada

Segundo Azuma (1997), señala que la realidad aumentada es cualquier sistema que tenga las tres siguientes características: combina el mundo real y virtual, es interactivo en tiempo real y está registrado en tres dimensiones. Realidad aumentada (RA) es un campo de investigación en ciencias de la computación que combina realidad y datos digitales, esto es, emplea visión por computadora, procesamiento de imágenes y técnicas gráficas para fusionar contenido digital en el mundo real. Cabero y Barroso (2016) en la presentación de las posibilidades de utilización de RA en la educación mostraron algunas ventajas del uso de ese recurso: (1) ayudan en la adquisición del conocimiento que se vuelve esencial para relacionar y comprender los conceptos aprendidos por medio de la interacción con los recursos de RA con el entorno real; (2) promueven un aprendizaje más personalizado de modo que cada alumno pueda progresar al ritmo marcado por sus propias capacidades e intereses y; (3) propician a los estudiantes un mayor nivel de interacción y exploración tanto sobre información como sobre objetos.

1.3 Modelo TAM para Evaluación de la Percepción del Alumno

El modelo de aceptación de tecnología (*Technology Acceptation Model* - TAM) fue adaptado de la teoría de la acción razonada (*Theory of Reasoned Action* - TRA) por Davis en 1986 (ABDULLAH y WARD, 2016) para explicar el comportamiento de una persona para la adopción de tecnología (DAVIS, 1989). En el modelo TAM, se proponen algunas variables para delinear el impacto de los factores externos en las dos percepciones principales del usuario en relación con el uso de la tecnología: (1) la facilidad de uso percibida y (2) la utilidad percibida. Según Davis (1989), el primero influye directamente en el segundo y ambos influyen en las actitudes positivas o negativas de los usuarios

con respecto al uso de la tecnología. La actitud hacia el uso de la tecnología influye en la intención de comportamiento de usar la tecnología. Y, la intención de comportamiento de usar la tecnología determina el uso real (DAVIS, 1989; ABDULLAH y WARD, 2016). La Figura 1 muestra el esquema del modelo TAM, según Davis (1989).

El modelo TAM propone que sean identificadas las diferentes variables externas que pueden incidir en la utilidad y la facilidad de uso percibidas por los usuarios de tecnología. De acuerdo con Cabero y Pérez (2018), aún que diferentes estudios han sugerido nuevas propuestas y el modelo ha evolucionado a lo largo del tiempo, él permanece esencialmente compuesto de un conjunto simple de variables identificadas, como en la formulación original, que se presentan como robustas y confiables.

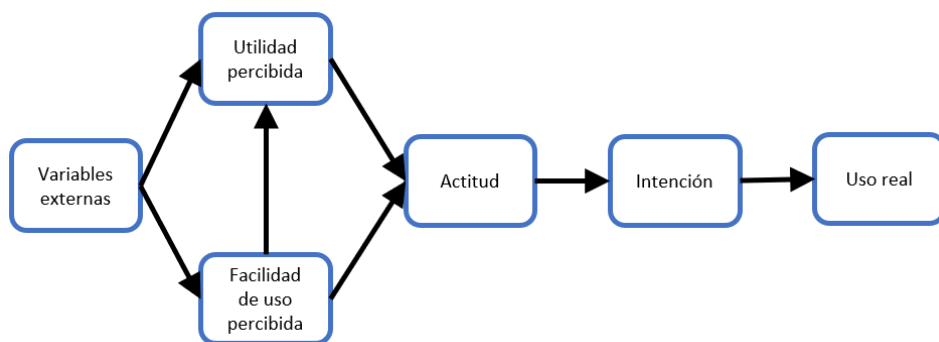


Figura 1 – Modelo TAM

Fuente: Adaptado de Al-Emran, Mezhuyev y Kamaludin (2018)

1.4 Objetivos

Aunque los investigadores han evidenciado los factores principales que comprometen el proceso de enseñanza y aprendizaje in ingeniería (MOLYNEAUX et al. 2007; MELLO, 2016), en especial la dificultad que tienen los estudiantes de ingeniería en la visualización espacial (SORBY, 2001; MELLO, MAIA y CALIXTO, 2016; FOGARTY, MCCORMICK y EL-TAWIL; 2018), hay mucho que hacer para mejorar la HVE de los estudiantes en la enseñanza de ingeniería de estructuras. En este escenario, la motivación general de esta investigación es planear y desarrollar actividades utilizándose aplicación para móviles con los recursos de la realidad aumentada, para las disciplinas de hormigón reforzado en el curso de Ingeniería Civil.

2 | METODOLOGÍA

El presente proyecto es una investigación descriptiva con enfoque cualitativo para

validar la metodología y las herramientas elegidas para las actividades desarrolladas con el objetivo de establecer si el uso de la RA motiva y ayuda el aprendizaje del alumno en las asignaturas de hormigón reforzado.

Fue elegida la asignatura de Expresión Gráfica en el cuarto año de Ingeniería Civil de la Pontificia Universidad Católica de Minas Gerais en Brasil. En esa asignatura los alumnos no solo deben interpretar los dibujos hechos como también deben representar, en dibujos 2D, toda la estructura de hormigón reforzado ya calculada. Fueran desarrollados cuatro modelos 3D para RA por medio de Sketchup (<https://www.sketchup.com>) y, las cuatro diferentes actividades planeadas fueran realizadas utilizándose la aplicación Sketchfab (<https://sketchfab.com/feed>) para RA. Los temas contemplados con los contenidos en RA son dibujos de losas y vigas de hormigón reforzado, con enfoque en los detalles de dibujos para las barras de acero que son utilizadas para refuerzo del hormigón.

En las clases prácticas realizadas en el laboratorio de informática, se utilizaron los modelos tridimensionales disponibles en la plataforma Sketchfab web. En ese modelo había instrucciones adicionales para realizar las tareas solicitadas, por ejemplo, relacionar el refuerzo representado en el proyecto 2D con el correspondiente en el modelo 3D. Estas actividades se realizaron en el laboratorio accediéndose la plataforma Sketchfab. Las Figuras 2 y 3 presentan el modelo 3D para una viga. El modelo representado en la Figura 2 se accede a través del teléfono móvil. Por medio de la plataforma web se accede el modelo de la Figura 3.



Figura 2 - Modelo 3D en la aplicación Sketchfab para teléfono móvil

Fuente: Elaboración propia



Figura 3 - Modelo 3D en la plataforma web Sketchfab

Fuente: Elaboración propia

Treinta y ocho alumnos respondieron a un cuestionario que mezcla tres preguntas para caracterización del alumno y veintitrés de escala Likert con 5 opciones. Así que el alumno debería elegir la opción 5 si estuviera totalmente de acuerdo con la afirmación y la 1 si estuviera totalmente en desacuerdo con la misma.

Las veintitrés cuestiones de escala Likert fueron clasificadas de la siguiente manera: nivel de conocimiento del alumno acerca de los tópicos (2); experiencia del alumno con aplicaciones y recursos visuales para aprendizaje de ingeniería de estructuras (3); utilidad de los recursos y herramientas percibida por el alumno (7); facilidad de uso de los recursos y herramientas percibida por el alumno (6); y disfrute percibido e intención de utilizar nuevamente los recursos y herramientas (5).

3 | RESULTADOS

De todos los treinta y ocho alumnos respondientes 24 (63,2%) son de género masculino y 14 (36,8%) de género femenino; 27 alumnos (71,1%) tienen de 21 a 25 años y 11 (28,9%) tienen más que 25 años. La mayoría (60,5%) de los alumnos ya tuvieron contacto con actividades de dibujos de estructura por medio del trabajo de aprendizaje de técnico en edificaciones. La Tabla 1 muestra las ocurrencias de las 5 opciones de la escala Linkert para las afirmaciones sobre utilidad percibida (Q6 hasta Q11 y Q23) y disfrute percibido e intención de utilizarla (Q18 hasta Q22).

Afirmación		Escala Linkert				
		5	4	3	2	1
(utilidad percibida)						
Q6	Los modelos 3D ayudan en la visualización de los detalles de las armaduras de las estructuras de hormigón reforzado.	33	3	0	0	2
Q7	Creo que es muy relevante la utilización de recursos visuales 3D para el aprendizaje de diseños de estructuras.	34	1	2	0	1
Q8	La utilización de RA favorece la visualización de las armaduras de los elementos estructurales de hormigón.	31	4	2	0	1
Q9	Creo que es muy relevante la utilización de aplicaciones para la enseñanza de diseños de estructuras de hormigón.	32	3	2	0	1
Q10	La utilización de la herramienta RA influyó positivamente en mi aprendizaje.	28	4	5	0	1
Q11	Los modelos 3D son adecuados para la presentación del contenido de la asignatura.	31	6	0	0	1
Q23	Las herramientas RA podrían ser utilizadas en otras asignaturas.	30	7	0	0	1
(disfrute percibido e intención de utilizar los recursos)						
Q18	Es divertido utilizar la herramienta de RA.	25	9	1	2	1
Q19	Me sentí más motivado con las actividades RA.	20	15	1	1	1
Q20	El uso de la herramienta RA hace que el aprendizaje sea más interesante.	28	7	1	1	1
Q21	No me he aburrido utilizando la herramienta.	23	9	4	0	2
Q22	Me gustaría utilizar la herramienta en el futuro.	29	6	2	0	1

Tabla 1 - Resultado de las cuestiones de escala de Likert

Fuente: Elaboración propia

El Gráfico 1 presenta los resultados, en porcentajes, para las cuestiones sobre la utilidad de los recursos y herramientas percibida por el alumno. En el Gráfico 2 se tienen los porcentajes de los resultados de las cuestiones sobre el disfrute percibido y la intención de utilizar los recursos y herramientas nuevamente.

Para las afirmaciones del grupo de utilidad percibida (Gráfico 1), más de noventa por ciento de los alumnos eligieron las opciones 4 o 5, con excepción de la Q10 (84,2%), lo que indica una gran utilidad de los recursos percibida por ellos. Lo mismo ocurrió con las respuestas a las cuestiones del grupo de disfrute percibido e intención de utilizar los recursos donde más de 80% de los alumnos concordaron con las afirmaciones.

A los alumnos, no solo les gustó las actividades, sino que también se sintieron motivados con la utilización de RA para el aprendizaje de los contenidos de esa asignatura. Eso se ve en las respuestas de los dos grupos de afirmaciones. Además, a los 92,1% de los alumnos les gustaría utilizar la herramienta nuevamente (Q22). También casi todos ellos (97,4%) recomendaron el empleo de RA en otras asignaturas del curso (Q23), lo que

confirma la relevancia de los modelos 3D para motivar el aprendizaje de ingeniería civil, y de la tecnología aquí empedada.

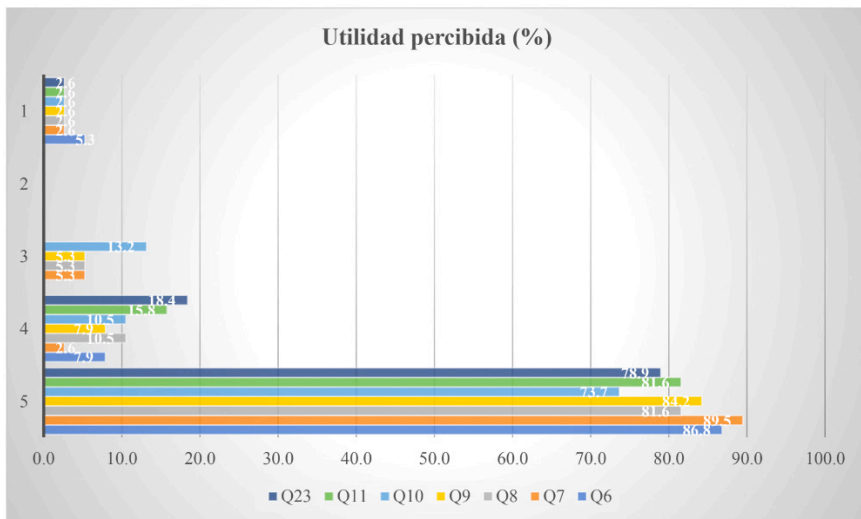


Gráfico 1 - Resultado de las cuestiones de escala de Likert

Fuente: Elaboración propia

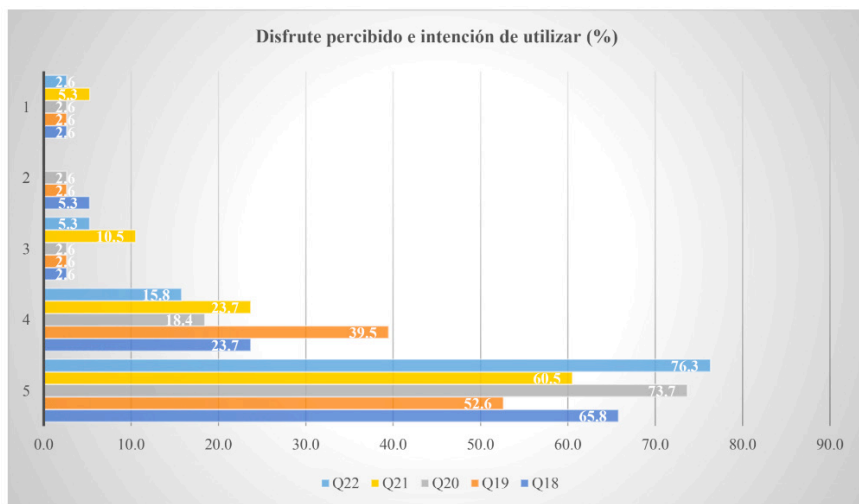


Gráfico 2 - Resultado de las cuestiones de escala de Likert

Fuente: Elaboración propia

4 | CONSIDERACIONES FINALES

Basándose en las respuestas de los alumnos, se cree que es positiva y relevante la utilización de recursos 3D por medio de RA, para mejorar la habilidad de visualización espacial (HVE) y por consecuencia el desempeño del alumno. Pero eso fue un estudio preliminar para probar el uso de RA en las asignaturas de estructuras de hormigón. La propuesta fue planear cuatro actividades con los recursos de RA y evaluar la percepción del alumno sobre la utilidad de los recursos y herramientas, la facilidad de uso de ellos y el disfrute e intensidad de utilizar los recursos nuevamente. Los resultados permitirán las adaptaciones necesarias para el empleo del recurso en otras clases y asignaturas. El estudio puso de manifiesto que, con la plataforma utilizada, Sketchfab, se lleva mucho tiempo para procesar modelos con gran cantidad de objetos cuando se usa el teléfono móvil. Aunque se haya confirmado la declaración de Meža, Turk y Dolenc (2015) sobre una de las principales barreras para el uso de RA con fines educativos: el tamaño de los modelos 3D, la aplicación elegida se presenta adecuada para los modelos más simples como los que fue presentados a los alumnos y que son suficientes para comprensión del contenido elegido.

También se obtuvo la necesidad de contar con la disponibilidad de los dispositivos adecuados para poder llevar a cabo la experiencia. Mismo con la limitación de disponibilidad de dispositivos adecuados, ni todos los alumnos tenían el móvil con la configuración necesaria, se puede ver en el análisis de los resultados del cuestionario, que el uso de RA para la visualización tridimensional es motivador para los estudiantes, ya que facilitan la comprensión de la distribución del refuerzo dentro de los elementos estructurales, permitiendo la realización de las actividades de una manera más divertida.

Esta investigación pone de manifiesto, y coincide con los resultados obtenidos por otros autores (BARROSO, CABERO y MORENO, 2016; MARÍN, 2017; BARROSO, CABERO y GUTIÉRREZ, 2018; MARTÍNEZ y FERNÁNDEZ, 2018; CABERO y ROIG, 2019), donde fue utilizada con estudiantes universitarios de diferentes disciplinas, desde Medicina a Bellas Artes y Ciencias de la Educación. Por tanto, podemos señalar que el grado de aceptación de esta tecnología por los estudiantes, es bastante significativo, lo que nos lleva a su recomendación para la formación.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece especialmente a la directoría y demás miembros del Secretariado de Recursos Audiovisuales y Nuevas Tecnologías de la Universidad de Sevilla (España) quienes han compartido sus experiencias y a la PUC Minas por el apoyo para estadía de la profesora Gláucia en Sevilla (2018-2019).

REFERENCIAS

- ABDULLAH, F.; WARD, R. Developing a General Extended Technology Acceptance Model for E-Learning (GETAMEL) by analysing commonly used external factors. **Computers in Human Behavior**, v.56, p. 238-256, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.11.036>
- AL-EMRAN, M.; MEZHUYEV, V.; KAMALUDIN, A. Technology Acceptance Model in M-learning context: A systematic review. **Computers & Education**, v.125, p. 389-412, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.06.008>
- AZUMA, R.T. A survey of augmented reality. **Presence-Teleoperators and Virtual Environments**, v.6, n.4, p. 355-385, 1997.
- BARROSO, J.; CABERO, J.; MORENO, A.M. La utilización de objetos de aprendizaje en realidad aumentada en la enseñanza de la Medicina. **Innoeduca International Journal of Technology and Educational Innovation**, v.2, n.2, p. 77-83, 2016.
- BARROSO, J.; CABERO, J.; GUTIÉRREZ, J.J. La producción de objetos de aprendizaje en realidad aumentada por estudiantes universitarios grado de aceptación de esta tecnología y motivación para su uso. **Revista Mexicana de Investigación Educativa**, v.23, n.79, p.1261-1283, 2018.
- CABERO, J.; BARROSO, J. The educational possibilities of Augmented Reality. **New Approaches in Educational Research**, v.5, n.1, p. 44-50, 2016. <https://doi.org/10.7821/naer.2016.1.140>
- CABERO, J.; PÉREZ, J. L. Validación del modelo TAM de adopción de la Realidad Aumentada mediante ecuaciones estructurales. **Estudios sobre Educación**, v.34, p. 129-153, 2018. <https://doi.org/10.15581/004.34.129-153>
- CABERO, J.; ROIG, R. The Motivation of Technological Scenarios in Augmented Reality (AR): Results of Dierent Experiments. **Applied Sciences**, v.9, 2019. <https://doi.org/10.3390/app9142907>
- DAVIS, F. D. Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. **MIS Quarterly**, v.13, p. 319-340, 1989.
- FOGARTY, J.; MCCORMICK, J.; EL-TAWIL S. Improving Student Understanding of Complex Spatial Arrangements with Virtual Reality. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v.144, n.2, p. 1-10, 2018. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)EI.1943-5541.0000349](https://doi.org/10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000349)
- LIN, H. Influence of design training and spatial solution strategies on spatial ability performance. **International Journal of Technology & Design Education**, v.26, p. 123-131, 2016. <https://doi.org/10.1007/s10798-015-9302-7>
- MARÍN, V. The augmented reality in the educational sphere of student of degree in chilhood education. Case Study. **Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación**, v.51, p. 7-19, 2017. <http://dx.doi.org/10.12795/pixelbit.2017.i51.01>
- MARTÍNEZ, S.; FERNÁNDEZ, B. Objetos de Realidad Aumentada: percepciones del alumnado de Pedagogía. **Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación**, v.53, p. 207-220, 2018. <http://dx.doi.org/10.12795/pixelbit.2018.i53.14>

MELLO, G. N. A. Teachers' perspective about factors that prevent success in teaching and learning process in higher education of engineering in Brazil. **Problems of Education in the 21st Century**, v.74, p. 61-70, 2016. Disponível em: <http://bit.ly/350Os5X>. Acesso em: 25 jul. 2020.

MELLO, G. N. A.; MAIA, E.V.; CALIXTO, J. M. F. CONCWEB: hybrid learning tool for reinforced concrete design. **ETD-Educação Temática Digital**, v.18, n.1, p. 156-177, 2016. <https://doi.org/10.20396/etd.v18i1.8638248>

MEŽA, S.; TURK, Ž.; DOLENC, M. Measuring potential of augmented reality in civil engineering. **Advances in Engineering Software**, v.90, p. 1-10, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.advengsoft.2015.06.005>

MOLYNEAUX, T. et al. An evaluation of the learning of structural engineering concepts during the first two years of a project-based engineering degree. **European Journal of Engineering Education**, v.32, n.1, p. 01-08, 2007. Disponível em: <http://bit.ly/2YH0krD>. Acesso em: 25 jul. 2020.

SEGIL, J. L. et al. Investigation of spatial visualization skills across world regions. **Frontiers in Education Conference**, p. 18-21, 2017. Disponível em: <http://bit.ly/2P5ORP9>. Acesso em: 25 jul. 2020.

SORBY, S. A. A course in spatial visualization and its impact on the retention of female engineering students. **Journal of Women and Minorities in Science and Engineering**, v.7, p. 153-172, 2001.

SORBY, S. A.; VEURINK, N. Spatial skills among minority and international engineering students. **American Society for Engineering Education**, v.25, 2012. Disponível em: <http://bit.ly/2PwLMqf>. Acesso em: 25 jul. 2020.

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