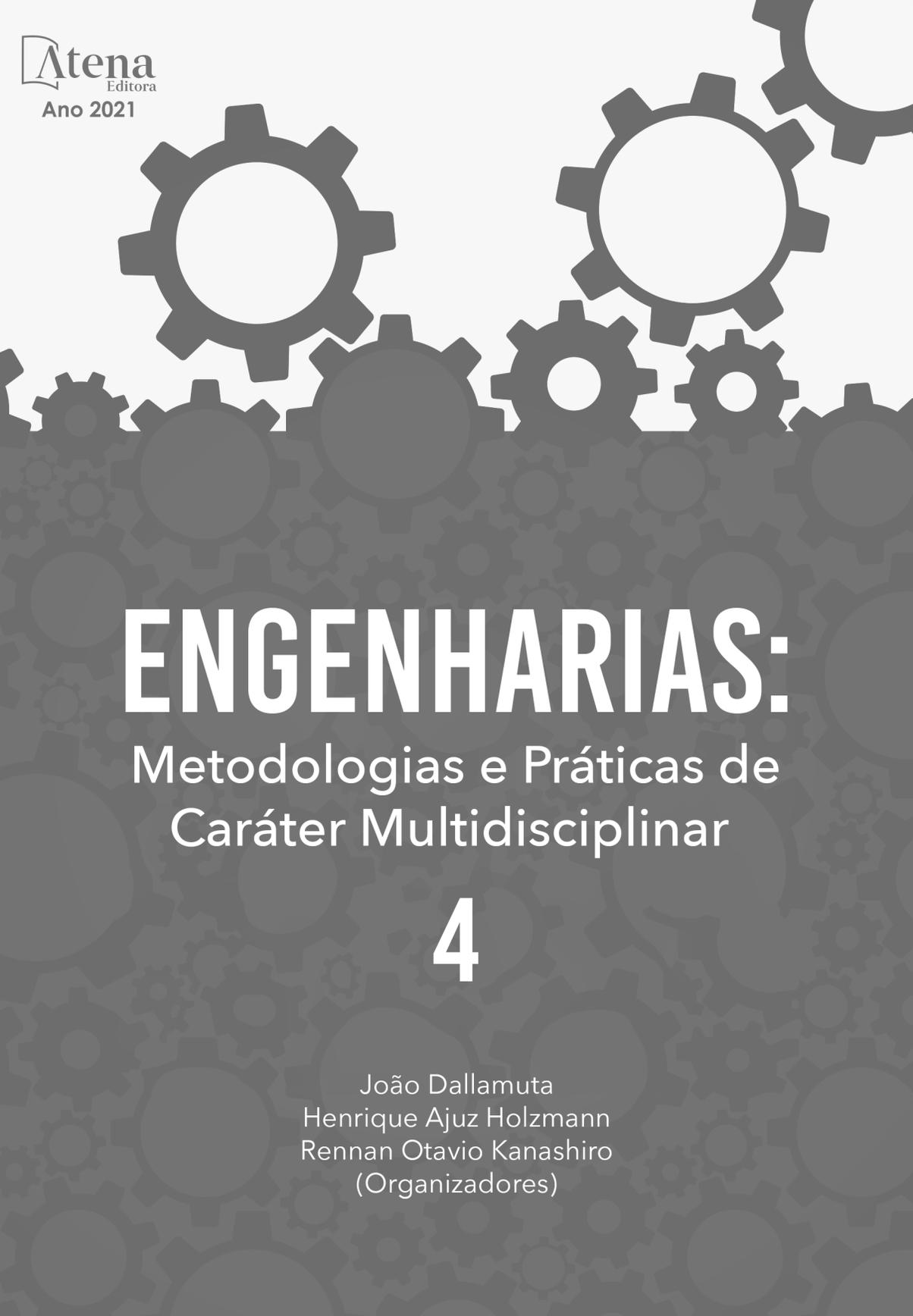


ENGENHARIAS:

Metodologias e Práticas de
Caráter Multidisciplinar

4

João Dallamuta
Henrique Ajuz Holzmann
Rennan Otavio Kanashiro
(Organizadores)



ENGENHARIAS:

Metodologias e Práticas de
Caráter Multidisciplinar

4

João Dallamuta
Henrique Ajuz Holzmann
Rennan Otavio Kanashiro
(Organizadores)

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

Editora Chefe: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Camila Alves de Cremona
Correção: Flávia Roberta Barão
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizador: João Dallamuta
Henrique Ajuz Holzmann
Rennan Otavio Kanashiro

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E57 Engenharia: metodologias e práticas de caráter multidisciplinar 4 / Organizadores João Dallamuta, Henrique Ajuz Holzmann, Rennan Otavio Kanashiro. - Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-889-2

DOI 10.22533/at.ed.892211003

1. Engenharia. I. I. Dallamuta, João (Organizador). II. Holzmann, Henrique Ajuz (Organizador). III. Kanashiro, Rennan Otavio (Organizador). IV. Título.

CDD 620

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa.

APRESENTAÇÃO

Caro(a) leitor(a)

Como definir a engenharia? Por uma ótica puramente etimológica, ela é derivada do latim *ingenium*, cujo significado é “inteligência” e *ingeniare*, que significa “inventar, conceber”.

A inteligência de conceber define o engenheiro. Fácil perceber que aqueles cujo ofício está associado a inteligência de conceber, dependem umbilicalmente da tecnologia e a multidisciplinaridade.

Nela reunimos várias contribuições de trabalhos em áreas variadas da engenharia e tecnologia. Ligados sobretudo a indústria petroquímica com potencial de impacto nas engenharias. Aos autores dos diversos trabalhos que compõe esta obra, expressamos o nosso agradecimento pela submissão de suas pesquisas junto a Atena Editora. Aos leitores, desejamos que esta obra possa colaborar no constante aprendizado que a profissão nos impõe.

Boa leitura!

João Dallamuta
Henrique Ajuz Holzmann
Rennan Otavio Kanashiro

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL DE FLEXÃO DE VIGAS DE CONCRETO SIMPLES

Vinícius Borges de Moura Aquino

Marco Donisete de Campos

DOI 10.22533/at.ed.8922110031

CAPÍTULO 2..... 18

SIMULAÇÃO NUMÉRICA DE FLEXÃO DE VIGAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO ARMADO

Afonso Henrique de Campos Rodrigues

Marco Donisete de Campos

DOI 10.22533/at.ed.8922110032

CAPÍTULO 3..... 34

THE USE OF BABASSU COCONUT FIBERS IN THE PRODUCTION OF CONCRETE

Wilson Alves Oliveira Junior

Maria Elayne Rodrigues Alves

Bruna Leal Melo de Oliveira

João Batista de Oliveira Libório Dourado

Aluska do Nascimento Simões Braga

Valdeci Bosco dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.8922110033

CAPÍTULO 4..... 40

RECICLAGEM DO POLIPROPILENO PARA OBTENÇÃO DO COMPÓSITO POLIMÉRICO REFORÇADO COM PÓ DE OSTRAS

Terezinha Jocelen Masson

Rafael dos Santos Lima

DOI 10.22533/at.ed.8922110034

CAPÍTULO 5..... 58

DESMITIFICANDO A RADIOATIVIDADE

Leandro Soares da Silva

Déborah Vitória de Souza Silva

Eduardo Mendonça Pereira Cavalcanti

Kauã Felipe Santiago

José Allan da Silva

DOI 10.22533/at.ed.8922110035

CAPÍTULO 6..... 66

PROPOSTA DE SILO GRANELEIRO TEMPORÁRIO PARA FAZENDAS DA FRONTEIRA AGRÍCOLA DO BRASIL

José Roberto Rasi

Jorge Augusto Serafim

Jonathan Figueiredo Broetto

DOI 10.22533/at.ed.8922110036

CAPÍTULO 7.....84

USO DE METANOL E ETANOL NO DIAGNÓSTICO DE FALHAS TÉRMICAS ENVOLVENDO PAPEL KRAFT ISOLANTE

Helena Maria Wilhelm
Paulo Oliveira Fernandes
Geovana Carolina dos Santos
Maria Letícia Gomes dos Santos
Thatiane Tamyris Kuczera Pereira
Laís Pastre Dill
Daniel da Conceição Aroucha Filho
Marcelo Luiz de Carvalho Ribeiro
Arley de Paula Mar
Pedro José dos Santos Junior

DOI 10.22533/at.ed.8922110037

CAPÍTULO 8.....97

SÍNTESE E AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DE UM COMPÓSITO CERÂMICO ZIRCÔNIA E ALUMINA PARA APLICAÇÃO EM PRÓTESE CRANIOMAXILOFACIAL

José Victor Passos Santiago
Viviane Silva Gomide

DOI 10.22533/at.ed.8922110038

CAPÍTULO 9.....108

SUITABILITY OF INTERNAL TANK COATINGS FOR AROMATIC HYDROCARBONS STORAGE

Ulysses Ramos
Aldo Ramos Santos
Joaquim Pereira Quintela
Carlos Rene Klotz Rabello
Cleber Gonçalves Ferreira
Emmanuelle Sá Freitas

DOI 10.22533/at.ed.8922110039

CAPÍTULO 10.....120

DISEÑO DE UN FALDÓN ESTRUCTURAL CIRCULAR DE APOYO PARA UN SILO METÁLICO CON CAPACIDAD DE ALMACENAR 300 M³ DE CLINKER

Luis Orlando Cotaquispe Zevallos

DOI 10.22533/at.ed.89221100310

CAPÍTULO 11.....136

DETERMINAÇÃO DE DESCARGAS DE LODO DE REATORES UASB COM PÓS-TRATAMENTO AERADO ATRAVÉS DA ANÁLISE DE SÓLIDOS SEDIMENTÁVEIS DO EFLUENTE

Jane Mary Targino Moreira
Ruam Magalhães da Silva
Renata Carlos Freire

DOI 10.22533/at.ed.89221100311

CAPÍTULO 12..... 147

AVALIAÇÃO DE ÓLEO VEGETAL ISOLANTE OBTIDO DE UMA NOVA FONTE DE MATÉRIA-PRIMA: AS MICROALGAS

Helena Maria Wilhelm

Giorgi Dal Pont

Claudio Aparecido Galdeano

Eduardo João de Palma

Luiz A. Ravaglia

DOI 10.22533/at.ed.89221100312

CAPÍTULO 13..... 158

ANÁLISE ESTRUTURAL DO COMPORTAMENTO SÍSMICO DE BARRAGENS DE REJEITO

Antonio Nilson Zamunér Filho

Gabriel Gomes Silva

Wellington Andrade da Silva

DOI 10.22533/at.ed.89221100313

CAPÍTULO 14..... 171

ANÁLISE DE TENSÃO E COMPARAÇÃO DE PROCESSO DE FABRICAÇÃO EM ROD END

Jói da Silva Theis

Luiz Carlos Gertz

André Cervieri

Antonio Flavio Aires Rodrigues

Gustavo Pizarro Meneghello

DOI 10.22533/at.ed.89221100314

CAPÍTULO 15..... 179

INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA DE TRATAMENTO TÉRMICO NO DESEMPENHO FOTOCATALÍTICO DE FIBRAS DE TiO₂

Luana Góes Soares da Silva

Annelise Kopp Alves

DOI 10.22533/at.ed.89221100315

CAPÍTULO 16..... 189

EFEITOS DA PIRÓLISE SUAVE EM PELLETS DE *Pinus*

Nathalia Heloisa Dullius

Anderson Rodrigo Heydt

Adriana Ferla de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.89221100316

CAPÍTULO 17..... 197

ESTUDO DE SISTEMAS ISOLANTES DE REFERÊNCIA USADOS NA DETERMINAÇÃO DA CLASSE TÉRMICA DE NOVOS SISTEMAS ISOLANTES SEGUNDO A NORMA IEEE C57.100

Helena Maria Wilhelm

Paulo Oliveira Fernandes

Leandro Gonçalves Feitosa
Geovana Carolina dos Santos
Laís Pastre Dill
Leonardo Galhardo
Richard Marek

DOI 10.22533/at.ed.89221100317

CAPÍTULO 18.....209

**DESENVOLVIMENTO DE MADEIRA PLÁSTICA: COMPÓSITOS HÍBRIDOS
POLIPROPILENO/PÓ DE MADEIRA/FIBRA NATURAL**

Terezinha Jocelen Masson
Leila Figueiredo de Miranda
Antonio Hotêncio Munhoz Junior

DOI 10.22533/at.ed.89221100318

CAPÍTULO 19.....220

**AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE EXTRATO DE LIGNINA OBTIDO A
PARTIR DA HIDRÓLISE ALCALINA DA CASCA DE CAFÉ**

Beatriz Leite
Daniel Vieira Mendes
Matheus de Souza Santos
Thiago Wilker Souza do Carmo
Renata Carolina Zanetti Lofrano
Boutros Sarrouh

DOI 10.22533/at.ed.89221100319

CAPÍTULO 20.....233

**ANÁLISE DA PERCEPÇÃO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL COM PROFESSORES E
ALUNOS, NA ZONA RURAL DO MUNICÍPIO BREU BRANCO-PA**

Beatriz Souza da Silveira
Enayle Maria de Freitas Silva
Marcelo Melo dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.89221100320

CAPÍTULO 21.....245

**O BISCOITO ARTESANAL DE VITÓRIA DA CONQUISTA E O SEU POTENCIAL PARA
REGISTRO COMO UMA INDICAÇÃO GEOGRÁFICA**

Valdir Silva da Conceição
Dayana Ferraz Silva
Angela Machado Rocha
Marcelo Santana Silva

DOI 10.22533/at.ed.89221100321

CAPÍTULO 22.....259

**EXTENSÃO INTERDISCIPLINAR NAS PRÁTICAS DE CUIDADOS – CENOPOESIA E
AQUARELA NA SAÚDE MENTAL**

Midiã Kaddja Nunes de Souza

Maria Aridenise Macena Fontenelle

DOI 10.22533/at.ed.89221100322

SOBRE OS ORGANIZADORES	273
ÍNDICE REMISSIVO.....	274

PROPOSTA DE SILO GRANELEIRO TEMPORÁRIO PARA FAZENDAS DA FRONTEIRA AGRÍCOLA DO BRASIL

Data de aceite: 01/03/2021

José Roberto Rasi

Universidade Federal de São Carlos, UFSCAR
<http://lattes.cnpq.br/4500057408944101>
<https://orcid.org/0000-0002-0295-599X>

Jorge Augusto Serafim

Universidade Federal de São Carlos, UFSCAR
<http://lattes.cnpq.br/8021302922802083>

Jonathan Figueiredo Broetto

Universidade de Marília
<http://lattes.cnpq.br/4192190398746463>

RESUMO: O Brasil é um dos maiores produtores mundiais dos agronegócios, sendo o segundo na produção de soja, batendo recordes consecutivos de produção safra a safra. Porém a competitividade brasileira é prejudicada no momento em que o produto agrícola, com custos mais baixos, chega ao seu destino com custos mais elevados que os concorrentes mundiais. Os principais gargalos logísticos encontrados no Brasil hoje, são a infraestrutura precária, com atrasos e filas quilométricas nos portos, sistema ferroviário e hidroviário praticamente inexistentes, estradas de má qualidade e sistema defasado de armazenagem de grãos. O acesso as instalações de armazenamento tornaram-se cada vez mais necessário devido ao aumento das distâncias e à confiabilidade variável dos sistemas de transporte existentes. Uma alternativa viável é a construção de silo de armazenagem na propriedade rural, com peças

pré-moldadas de baixo custo e que poderá ser transferido para outras localidades, com fácil desmobilização e montagem, se necessário. Este trabalho tem como objetivo principal, a realização de um estudo de armazém horizontal em concreto pré fabricado, com baixo peso próprio, podendo ser instalado em propriedades agrícolas, para armazenar grãos, em um período de tempo suficiente para aguardar a mitigação dos gargalos logísticos e o aumento da cotação do produto no mercado.

PALAVRAS - CHAVE: Silo horizontal, Armazenagem de grãos, Paineis pré moldado.

ABSTRACT: Brazil is one of the largest agribusiness producers in the world, being the second in soybean production, breaking consecutive records of crop to crop production. However, Brazilian competitiveness is impaired when the agricultural product, with lower costs, reaches its destination at higher costs than global competitors. The main logistical narrow found in Brazil today are the precarious infrastructure, with delays and kilometer queues at the ports, practically nonexistent rail and waterway systems, poor quality roads and outdated grain storage systems. Access to storage facilities has become increasingly necessary due to increased distances and the variable reliability of existing transport systems. A viable alternative is the construction of a storage silo on the rural property, with low-cost pre-molded parts that can be transferred to other locations, with easy demobilization and assembly, if necessary. This work has as main objective, the accomplishment of a study of horizontal warehouse in prefabricated

concrete, with low own weight, being able to be installed in agricultural properties, to store grains, in a period of time sufficient to wait for the mitigation of logistical narrows and the increase in the price of the product on the market.

KEYWORDS: Horizontal bulk, Grain storage, Precast panel.

1 | INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais dos agronegócios, sendo o segundo na produção de soja, batendo recordes consecutivos de produção safra a safra. Porém a competitividade brasileira é prejudicada no momento em que o produto agrícola, com custos mais baixos, chega ao seu destino com custos mais elevados que os concorrentes mundiais, devido à ineficiência dos fatores logísticos (Buss *et al* 2019).

De acordo com Rosalen (2019), os principais gargalos logísticos encontrados no Brasil hoje, são a infraestrutura precária, com atrasos e filas quilométricas nos portos, sistema ferroviário e hidroviário praticamente inexistentes, estradas de má qualidade e sistema defasado de armazenagem de grãos. A cada ano a produção cresce e os problemas enfrentados pelos produtores são os mesmos, de tudo que é produzido, mais de um quarto não tem onde ser armazenado.

A capacidade estática de armazenagem de grãos no Brasil, infraestrutura que exige elevadas somas de investimentos, não tem sido suficiente para armazenar o crescimento das safras ao longo dos anos, verificando-se déficit em determinadas regiões, principalmente naquelas de incorporação recente ao processo produtivo (Vieira e Dalchiavon 2018).

Com a expansão das fronteiras agrícolas no cerrado e norte (Figura 1), as distancias são cada vez maiores das áreas de centros industriais e portos de exportação, ampliou ainda mais os graves problemas relacionados ao transporte da produção. O acesso as instalações de armazenamento tornaram-se cada vez mais necessário devido ao aumento das distâncias e à confiabilidade variável dos sistemas de transporte existentes (Frederico 2011).

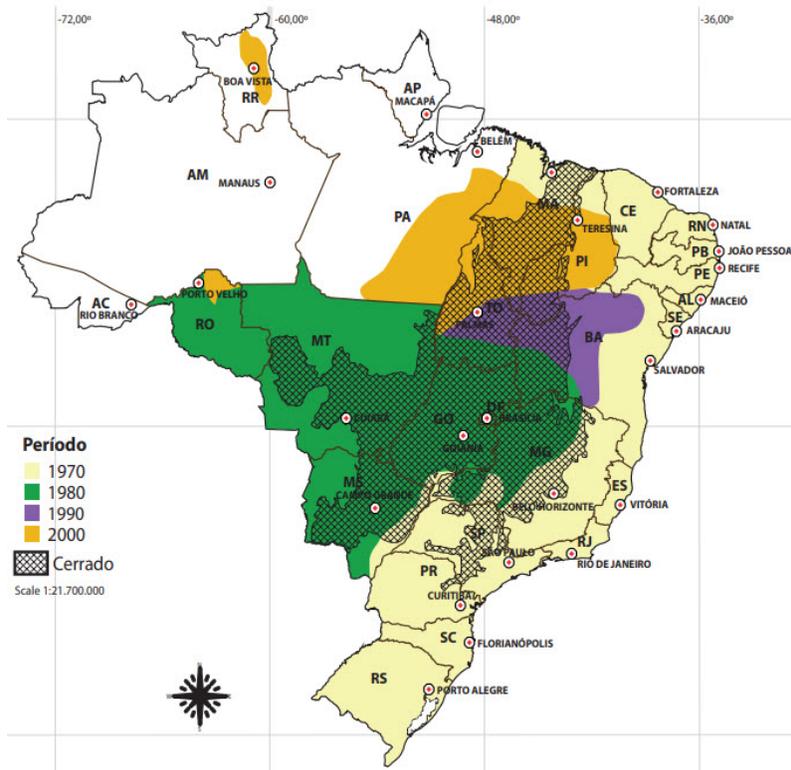


Figura 1 – Expansão da fronteira agrícola no Brasil.

Fonte: Viera Filho 2016

Comercializar a soja e o milho no término da safra geram perdas financeiras para o produtor, sendo o tomador de preço, justamente quando a oferta está alta. Armazenar sua safra dá ao produtor a possibilidade de comercializar sua produção quando o preço for mais atrativo. As unidades armazenadoras mantêm a qualidade dos grãos e ainda evitam perdas deixando o sistema produtivo mais eficiente. Auxilia na redução dos custos de transporte e aumenta a eficiência na comercialização da produção (Resende, 2016).

A utilização do manuseio e armazenagem de grãos a granel constitui uma tendência mundial, sendo que nos países desenvolvidos, a manipulação a granel é generalizada e integrada desde a colheita. No Brasil, na medida que o agricultor melhora o seu nível tecnológico, verifica-se a tendência de manipular a sua produção a granel, como já acontece em algumas regiões do Sul e Sudeste, onde os depósitos destinados ao armazenamento de grãos a granel são classificados em silos elevados verticais e silos horizontais segundo a forma da estrutura de armazenamento (D'Arce, 2006).

É normal encontrar justificativa dos agricultores para não investir na construção de armazéns em fazendas, sob a justificativa de que o custo inviabiliza a operação. De fato,

existe uma falta de conhecimento sobre as reais vantagens do sistema de armazenamento na fazenda, aliada às dificuldades acesso aos recursos financeiros necessários para tal investimento (CONAB, 2013).

Uma alternativa viável é a construção de silo de armazenagem na propriedade rural, com peças pré-moldadas de baixo custo e que poderá ser transferido para outras localidades, com fácil desmobilização e montagem, se necessário.

Para exemplificar a filosofia de um projeto de um silo de armazenagem de grãos de baixo custo, com fundo plano, modular, desmontável e temporário, este trabalho tem como objetivo principal, a realização de um estudo de armazém horizontal em concreto pré fabricado, com baixo peso próprio, podendo ser instalado em propriedades agrícolas, para armazenar grãos, em um período de tempo suficiente para aguardar a mitigação dos gargalos logísticos e o aumento da cotação do produto no mercado.

2 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Com o decorrer do tempo, os sistemas de armazenagem evoluíram muito em tecnologia, capacidade e forma, desde os mais rudimentares e simples coletores de grãos até os sistemas mais evoluídos, de alta capacidade de armazenagem e velocidade de processamento e de movimentação (WEBER, 2005).

Segundo Silva (2008), uma unidade armazenadora projetada dentro dos parâmetros técnicos e convenientemente localizada constitui uma das melhores opções para tornar o sistema produtivo mais econômico.

Segundo Weber (2005), as unidades armazenadoras podem ser classificadas quanto a sua localização. A classificação é descrita abaixo e ilustrada na Figura 2, a seguir.

- Fazenda/Produtor: Localizadas dentro da propriedade rural, servem geralmente a um único proprietário, sendo em geral de pequeno ou médio porte.
- Coletoras: Unidades que se encontram a uma distância média das propriedades rurais e servem a vários produtores.
- Subterminais: Estas unidades localizam-se em pontos estratégicos do sistema logístico, normalmente nos pontos de transbordo, racionalizando os fluxos de mercadoria para minimizar os custos com movimentação.
- Terminais: Localizam-se em centros consumidores e portos, apresentando como principal característica a alta rotatividade de produto.

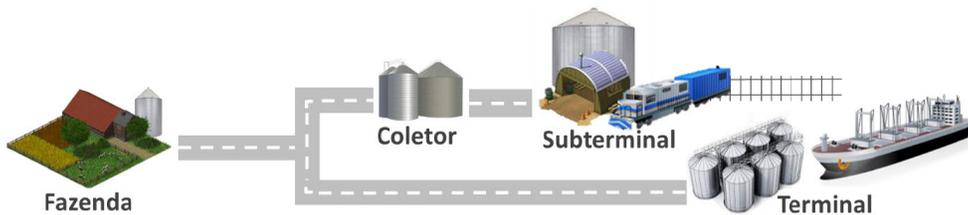


Figura 2 - Classificação das unidades armazenadoras quanto a sua localização.

Fonte: Souza (2019)

O fluxograma de uma unidade armazenadora completa é mostrada na Figura 3. A nível fazenda, a estrutura da unidade armazenadora resume-se, muitas vezes, apenas a recepção, armazenagem e expedição.

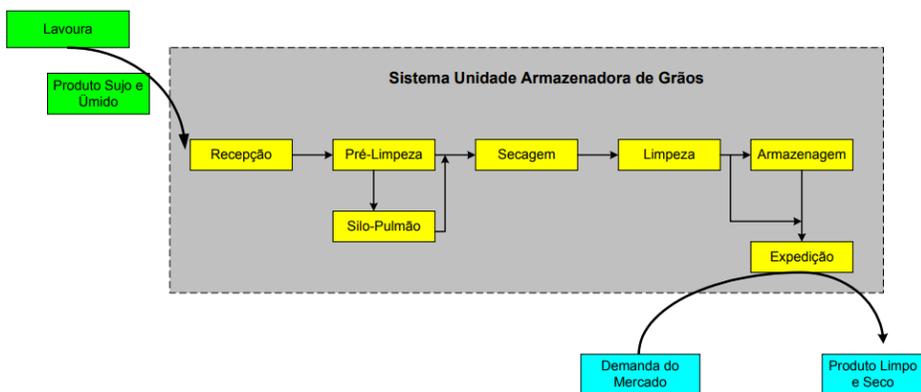


Figura 3 – Fluxograma de unidade armazenadora completa

Fonte: Silva 2006

As unidades armazenadoras nível fazenda estão localizadas dentro da propriedade agrícola e são de uso exclusivo do proprietário, devendo ser projetadas, prioritariamente, para receber grãos úmidos e sujos (Cogo 2014).

Para SILVA *et al* (1998), os armazéns graneleiros são edificações rurais ou industriais cuja finalidade básica é armazenar produto a granel, abrigando-o da influência ambiental externa com o ambiente interno do silo, com o objetivo de conservar as principais características do produto, durante o tempo de estocagem. No Brasil, os silos horizontais são conhecidos como armazéns graneleiros (Figura 4) é considerado como uma unidade armazenadora para grãos a granel, cuja base é maior que a altura (Rasi 2014).

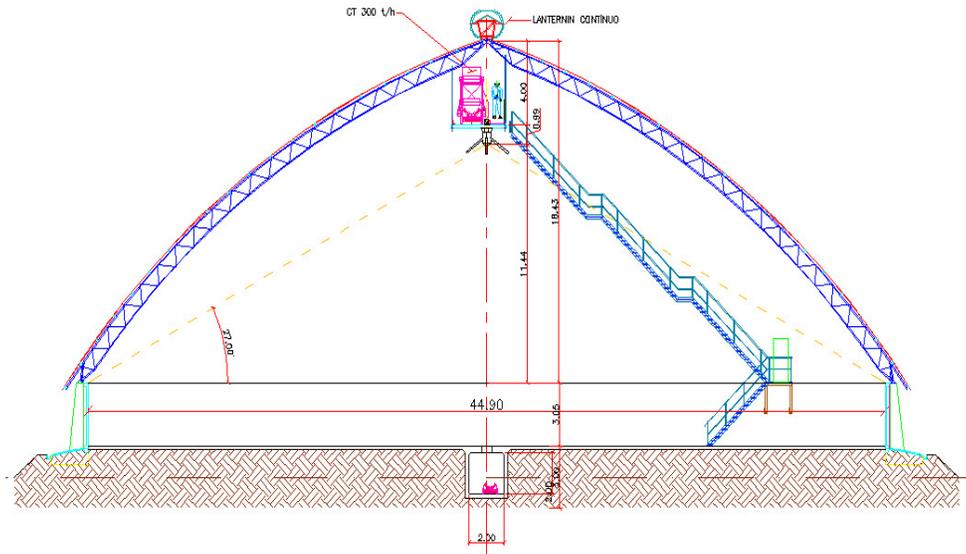


Figura 4 – Corte interno de silo horizontal fundo plano.

Fonte: Rasi 2014

Já Gomes (2000) afirma que os silos horizontais apresentam as seguintes vantagens, além do baixo custo:

- Sistema estrutural simples;
- A armazenagem dos grãos é feita em amontoado, sobre o piso de concreto executadas diretamente sobre o solo.

No Brasil, o pré moldado de concreto armado é o sistema construtivo mais utilizado na construção de silos horizontais (RASI 2009). Os painéis laterais e frontais são apoiadas e fixadas nos pilares, que também são pré-moldadas, constituindo uma estrutura articulada (Figura 5) e de fácil montagem.



Figura 5 – Montagem de painéis pré moldados de silo horizontal.

Fonte: Rasi 2009

Este processo construtivo permite que diversas frentes de montagem sejam operadas ao mesmo tempo, reduzindo o tempo e os custos das construções. A pré moldagem é um processo construtivo do qual se pode tirar proveito das seguintes características:

- Em produção em série possibilita a reutilização das formas; emprego da protensão com armadura pré-tracionada; emprego de seções com maiores rendimento mecânicos; maior produtividade de mão de obra e melhor controle de qualidade;
- Desmontabilidade da construção;
- Aumento da qualidade dos elementos através do controle constante da fabricação;
- Redução de materiais empregados;
- A construção do pré-moldado independe das condições climáticas.

Para Rasi et al (2016), os produtos armazenados em repouso exercem pressões que atuam sobre os painéis verticais e o piso do silo. As pressões perpendiculares às paredes são chamadas de pressões horizontais e as pressões paralelas às paredes, que atuam no piso, são chamadas de pressões verticais.

Gomes (2000) recomenda a utilização da expressão matemática (Equação 1) para determinar as pressões horizontais (P_h) nas paredes dos silos horizontais.

$$Ph = \gamma \cdot h \cdot k \quad (1)$$

Onde: γ : Peso específico do grão

h : Altura efetiva do produto

K : parâmetro – Relação entre P_h / P_v

De acordo com Calil (1997), definiu-se o parâmetro K como a relação entre as

pressões horizontal e vertical em qualquer ponto de uma massa granular. É um dos parâmetros necessários para a determinação das pressões exercidas pelo produto sobre as paredes e fundo de um silo. Os limites de K, determinados indiretamente por Gomes (2000), são apresentados na tabela 1.

Coeficiente K - milho		
Φ_i (graus)	Limite Inferior (LI)	Limite Superior (LS)
32	0,307	0,560
35	0,271	0,505

Tabela 1 – Limites de K em função do ângulo de atrito interno

Fonte: Gomes (2000), adaptado pelos próprios autores.

O peso específico dos produtos mais comum a serem armazenados, de acordo com as principais normas de armazenamento mundial, pode ser encontrada na Tabela 2.

PRODUTO	ENV		ISO		AS		BMHM		DIN		NBR	
	γ_m	γ_u										
	KN/m ³											
Cevada	7,5	8,5	7,5	8,5	7,0	8,5	7,5	8,5	8,0	-	7,0	-
Cimento	14,0	16,0	14,0	16,0	13,0	16,0	13,0	16,0	16,0	-	14,0	-
Clinker	16,0	18,0	14,0	16,0	15,0	18,0	-	-	18,0	-	15,0	-
Areia seca	14,0	16,0	14,0	16,0	14,0	17,0	15,0	17,0	16,0	-	-	-
Farinha	6,0	7,0	6,5	7,5	6,5	7,5	7,0	7,5	7,0	-	5,0	-
Cinzas	12,0	14,0	11,0	13,0	8,0	11,5	8,0	10,0	12,0	-	-	-
Milho	7,5	8,5	7,5	8,5	7,0	8,5	7,5	8,5	8,0	-	7,5	-
Açúcar	8,0	9,5	9,0	10,0	8,0	10,0	9,0	10,0	9,5	-	7,5	-
Trigo	8,0	9,0	7,5	8,5	7,5	9,0	8,0	9,0	9,0	-	7,8	-
Carvão	9,0	10,0	9,0	10,0	8,5	11,0	-	-	10,0	-	8,5	-

Tabela 2 – Peso específico dos produtos comum das normas ENV, ISSO, AS, BMHM, DIN e NBR

Fonte: Freitas (2001) adaptada pelos próprios autores.

Para determinação das pressões mais desfavoráveis, Caill (1997) propõe, de acordo com a norma australiana AS 3774 (1996) - *Loads on bulks containers*, que os de carregamentos nos painéis verticais dos silos, sejam determinados utilizando os limites inferior e superior para cada parâmetro. Os limites apropriados das propriedades físicas estão apresentados na Tabela 3.

Aplicação da propriedade	Peso específico produto (γ)	Ângulo de atrito com parede (Φ_w)	Ângulo de atrito Interno (Φ_i)	Relação entre p_h / p_v Fator K
Tipo de fluxo massa funil	Inferior Inferior	Superior Inferior	Inferior Superior	- -
Cálculo da máxima pressão Horizontal na parede - p_h	Superior	Inferior	Inferior	Superior
Cálculo da máxima pressão Vertical - p_v	Superior	Inferior	Superior	Inferior
Força máxima de atrito na parede do silo - p_w	Superior	Superior	Inferior	Superior
Força vertical máxima na tremonha	Superior	Inferior	Superior	Inferior

Tabela 3 - Limites apropriados para as propriedades físicas.

Fonte: Calil 1997.

Segundo a ABNT NBR 6118:2014, as ações devem ser majoradas pelo coeficiente de ponderações. Calil e Cheung (2017) apresentaram a na Tabela 4, sugestão de valores dos coeficientes de ponderação das ações, para dimensionamento de paredes de silos, que atendam os valores da NBR 6118:2014.

AÇÕES		Estado Limite Ultimo	Estado Limite Utilização
Permanentes		1,4	1,0
Pressões do produto	estática	1,4	1,0
	fluxo	1,4	1,0
	especiais	1,2	1,1
Térmicas		1,2	1,0
Vento		1,4	1,0

Tabela 4 – Coeficiente de ponderação de ações

Fonte: Calil e Cheung (2007).

Para determinação da reação vertical do solo, sob uma sapata isolada, Milani (2012) afirma que essa tensão poderá ser determinada através de relações com a tensão admissíveis do solo, havendo duas maneiras para conseguir o coeficiente de reação vertical do solo - K_s^v :

- Através da relação com SPT
- Através da relação tipo de solo – tensão admissível

Utilizando a relação com o SPT, a tensão admissível do solo, será obtida através da Equação 2 (kgf/cm^2), onde o $\text{SPT}_{\text{médio}}$ é a média dos SPT medidos dentro de um bulbo de pressões onde $L = 1,5 B$, sendo B a base da sapata isolada.

$$\sigma_{adm} = 0,20 \cdot SPT_{m\u00e9dio} \quad (2)$$

Com a tens\u00e3o admiss\u00edvel em kgf/cm², poderemos obter o valor do coeficiente de rea\u00e7\u00e3o vertical do solo - K_s^v atrav\u00e9s da Tabela 5, mostrada a seguir, onde Morrison (1993) relaciona o valor de K_s^v com as tens\u00f5es admiss\u00edveis - σ_{adm} estimadas para o solo.

Tens\u00e3o admiss\u00edvel (kgf/cm ²)	K_s^v (kgf/cm ²)	Tens\u00e3o admiss\u00edvel (kgf/cm ²)	K_s^v (kgf/cm ²)	Tens\u00e3o admiss\u00edvel (kgf/cm ²)	K_s^v (kgf/cm ²)	Tens\u00e3o admiss\u00edvel (kgf/cm ²)	K_s^v (kgf/cm ²)	Tens\u00e3o admiss\u00edvel (kgf/cm ²)	K_s^v (kgf/cm ²)
0.25	0,65	0,90	2,02	1,55	3,19	2,20	4,40	2,85	5,70
0.30	0,78	0,95	2,11	1,60	3,28	2,25	4,50	2,90	5,80
0.35	0,91	1,00	2,20	1,65	3,37	2,30	4,60	2,95	5,90
0.40	1,04	1,05	2,29	1,70	3,48	2,35	4,70	3,00	6,00
0.45	1,17	1,10	2,38	1,75	3,55	2,40	4,80	3,05	6,10
0.50	1,30	1,15	2,47	1,80	3,64	2,45	4,90	3,10	6,20
0.55	1,39	1,20	2,56	1,85	3,93	2,50	5,00	3,15	6,30
0.60	1,48	1,25	2,65	1,90	3,82	2,55	5,10	3,20	6,40
0.65	1,57	1,30	2,74	1,95	3,91	2,60	5,20	3,25	6,65
0.70	1,66	1,35	2,83	2,00	4,00	2,65	5,30	3,30	6,60
0.75	1,75	1,40	2,92	2,05	4,10	2,70	5,40	3,35	6,70
0.80	1,84	1,45	3,01	2,10	4,20	2,75	5,50	3,40	6,80
0.85	1,93	1,50	3,10	2,15	4,30	2,80	5,60	3,45	6,90

Tabela 5 – Valores para coeficiente de rea\u00e7\u00f5es verticais do solo - K_s^v

Fonte: Morrison (1993) adaptada pelos pr\u00f3prios autores.

3 I MATERIAIS E M\u00c9TODOS

Foi proposto um sistema pr\u00e1tico para instalar um silo horizontal, modular, totalmente desmont\u00e1vel, cujas paredes s\u00e3o compostas de pe\u00e7as pr\u00e9-moldadas em forma de “T” invertido, com altura bruta de 2.600 mm, comprimento de 1.500 mm e largura da base de 1500 mm (Figuras 6). O apoio na pe\u00e7a pr\u00e9-moldada seria feito pelo fundo (parte inferior do “T” invertido), diretamente no terreno, atuando como uma sapata isolada. Os materiais utilizados foram concreto Fck 30 MPa e a\u00e7o com resist\u00eancia a tra\u00e7\u00e3o de 500 Mpa (CA50A).

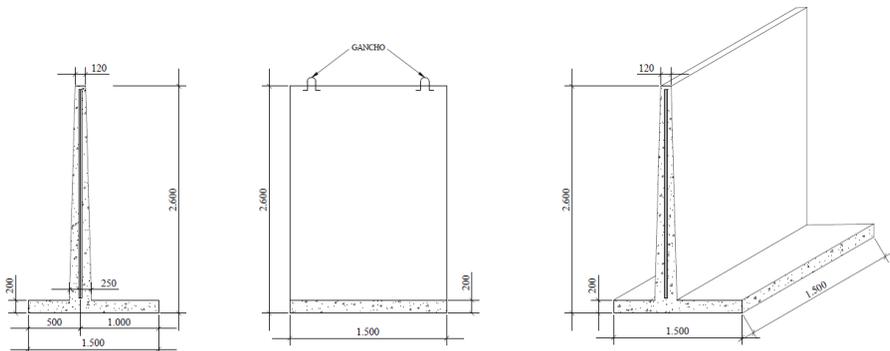


Figura 6 – Montagem de pain\u00e9is pr\u00e9 moldados da parede do silo horizontal.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Para o fechamento dos cantos do silo horizontal será utilizado uma peça pré moldada especial para fazer a concordância com as paredes em direções perpendiculares (Figura 7), com as mesmas características do painel pré moldada da parede do silo.

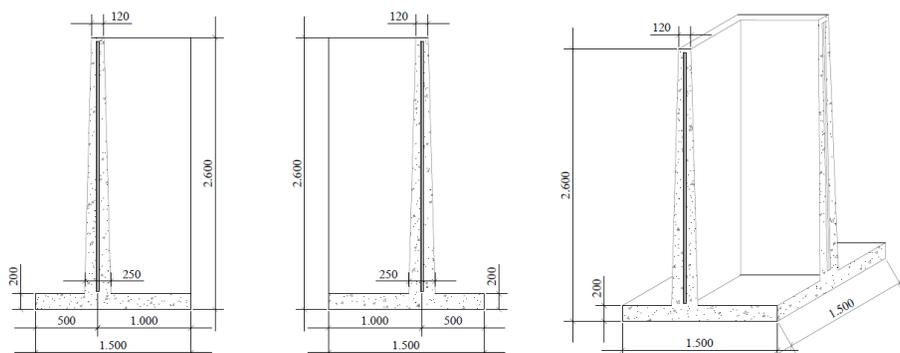


Figura 7 – Montagem de painéis pré moldados da canto do silo horizontal.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Para vedação e intertravamento das peças pré-moldadas, foi projetada um tipo de entalhe idealizado por Ravent (1992) cujas peças apresentavam nas extremidades laterais, uma saliência na forma semicircular em toda extensão, no lado esquerdo (vista interna) e de maneira inversa, no lado direito (vista interna), um rebaixo na forma semicircular, funcionando como um encaixe tipo macho-fêmea, com raio de 15 mm.

As peças pré-moldados foram dimensionados de acordo com a norma ABNT NBR 6118:2014 - Estruturas de concreto armado – Procedimento, Ação de vento de acordo com a ABNT NBR 6123:1988 – Forças devido ao vento em edificações e os carregamentos do produto (ações devido aos grãos) foram consideradas de acordo com as recomendações de Gomes (2000) e Calil (1997), conforme mostra a Figura 8.

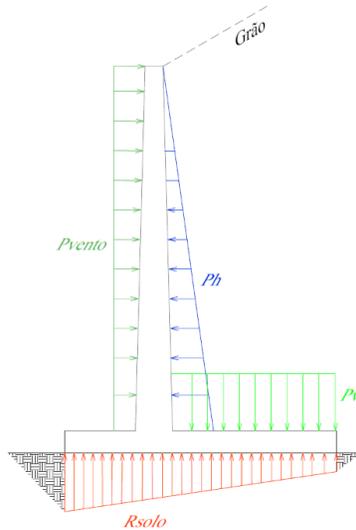


Figura 8 – Representação das forças externas atuantes nas peças pré-moldadas

Fonte: Elaborado pelos autores.

A determinação da pressão horizontal máxima, de acordo com a Equação 1, Tabela 1 - Limites de K em função do ângulo de atrito interno, Tabela 2 – Peso específico dos produtos, Tabela 3 - Limites apropriados para as propriedades físicas e Tabela 4 – Coeficiente de ponderação de ações, resulta nos valores:

$$\gamma = \gamma_u = 8,50 \text{ kN/m}^3 \text{ (Tabela 2 - milho)}$$

$$h = 2,40 \text{ m (Figura 6)}$$

$$K = 0,56 \text{ (Tabela 1)}$$

Da tabela 4, adotaremos para o estado limite de utilização, o coeficiente 1,00.

O valor da pressão horizontal máxima:

$$P_{h \max} = 11,42 \text{ kN/m}^2 \text{ (Carregamento na altura 0,00 m do pré moldado)}$$

Para a determinação da pressão vertical que incide sobre parte interna da base da peça pré moldada, de acordo com as mesmas considerações para o cálculo da pressão horizontal, temos o valor:

$$P_v = \gamma_u \cdot h = 8,50 \text{ kN/m}^3 \times 2,40 \text{ m}$$

$$P_v = 20,40 \text{ kN/m}^2$$

A pressão do vento não foi considerada, uma vez que é de sentido contrária à pressão horizontal.

Para determinação da reação vertical do solo, sob a sapata isolada da peça (“T” invertido), foi adotado tensão admissível do solo $\sigma_{adm} = 1,00 \text{ Kg/cm}^2$ que corresponde ao valor do coeficiente de reação vertical do solo $K_s^v = 2,20 \text{ Kg/cm}^2$ ou $11.767,98 \text{ kN/m}^2$, de acordo com a Tabela 5 de MORRISON (1993).

A verificação estrutural da peça que compõe as paredes laterais pré-moldada, foi feito através de análise estática linear processada no *software* SAP 2000 V20.

Na Figura 9 a seguir, é mostrado a modelação numérica tridimensional (3D) discretizado, executado com o programa SAP 2000 V20.

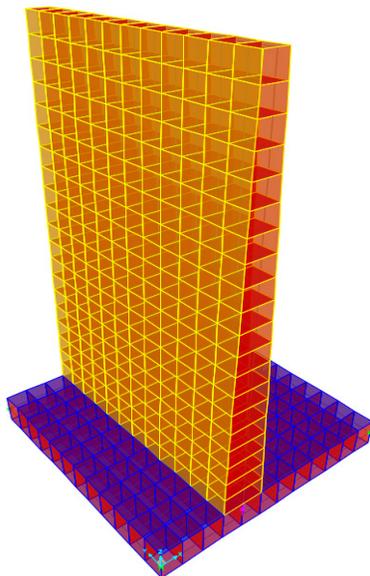


Figura 9 – Discretização da peça pré moldada da parede.

Fonte: Elaborado pelos autores

4 | RESULTADOS E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Com os carregamentos da pressão horizontal na parede interna (P_h), da pressão vertical na parte horizontal da base (P_v) e com o coeficiente de reação vertical do solo - (K_s^v), a peça foi analisada pelo *software* SAP 2000 V20. Os valores dos maiores momentos fletores foram compatíveis com a resistência da peça (Figura 10). e o valor do deslocamento máximo horizontal foi de 5,2 mm (Figura 11).

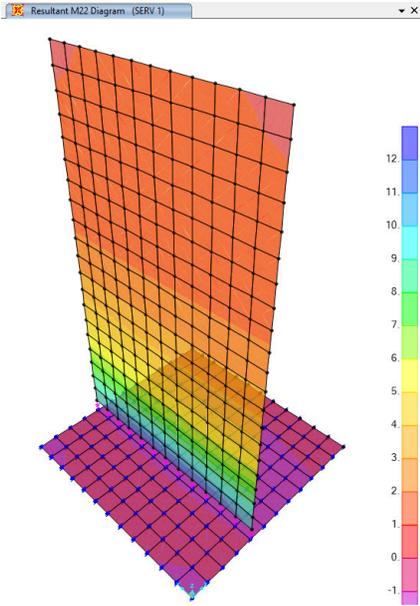


Figura 10 – Momento fletores M22 em kN.cm

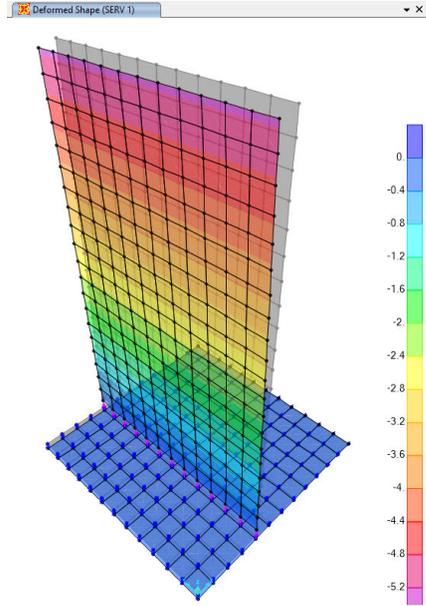


Figura 11 – Deslocamento horizontal no eixo X, em mm

A pressão máxima aplicada ao solo pela base da peça foi de 52 kN/m², inferior à capacidade de suporte do solo (Figura 12).

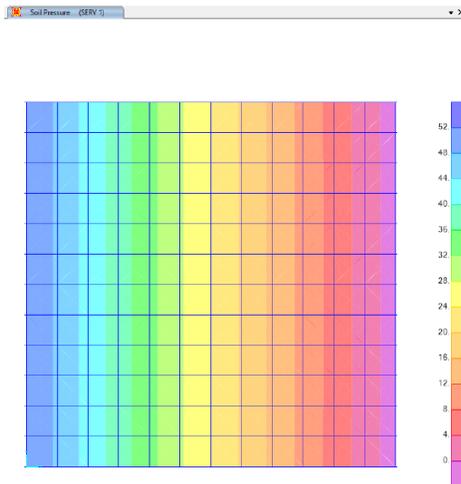


Figura 12 – Distribuição das pressões no solo pela base da peça

Fonte: Elaborado pelos autores

O peso próprio da peça pré moldada foi calculado em 2.800,00 kg, possuindo volume de concreto de 1,12 m³, para as peças lisas e peças de canto. O custo de produção de cada peça, de acordo com a planilha padrão de abril 2020, da Secretaria de Estado de Desenvolvimento Urbano e Obras Públicas – SEDOP – Governo do Estado do Pará (2020), para concreto Fck 30 Mpa, aço CA 50 e formas aparentes é de R\$ 2.434,53 / m³, perfazendo um custo por peça de R\$ 2.726,67. Foi utilizado o custo do Estado do Pará devido o motivo dessas peças pré moldadas serem destinadas à fronteira agrícola do Brasil.

Para uma produção de soja de 25.000,00 sacas (1.500 ton) ou 2.100,00 m³ de uma propriedade de tamanho mediano, respeitando as proporções do retângulo áureo (1:1,618), teríamos um silo com as dimensões de 17,00 m de largura e 27,50 m de comprimento, sendo utilizado 54 peças pré moldadas do tipo parede e 04 peças pré moldadas do tipo canto (Figura 13), com o total de 58 peças pré moldadas.

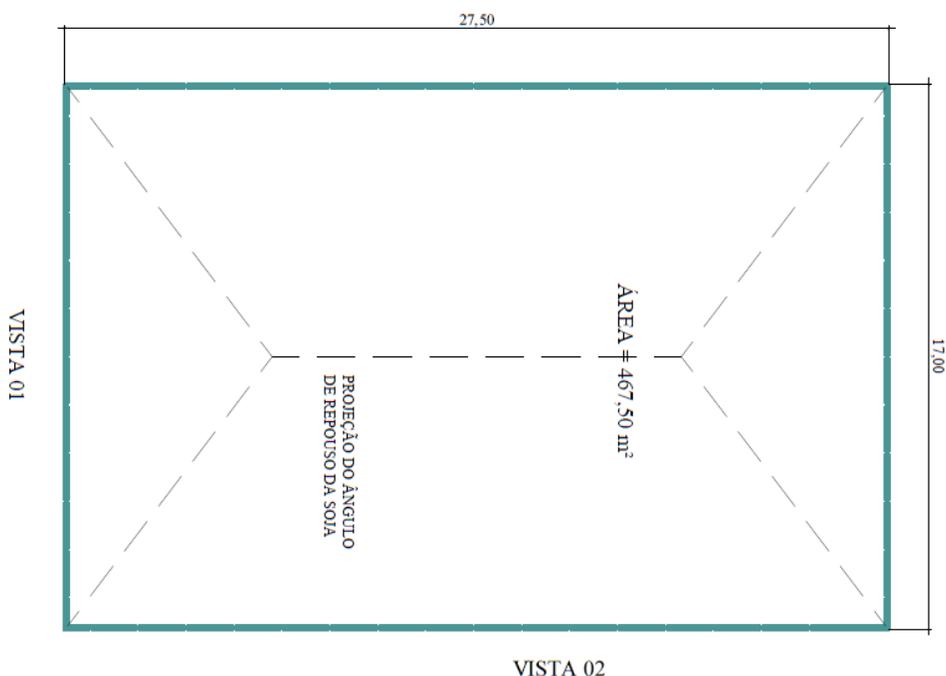


Figura 13 – Configuração de silo com capacidade de 25.000 sacas de soja

Fonte: Elaborado pelos autores

De acordo com Pelloso (2019), a avaliação de silos graneleiros horizontais, existem poucos parâmetros para a determinação dos custos, e o nível de rigor na apuração dos valores é expedido, ou seja, as avaliações são feitas de forma subjetiva.

O custo de construção orçado total dessa configuração seria de R\$ 158.146,86,

em torno de R\$ 6,33 / por saco. De acordo com Viera (2018), o custo de armazenagem convencional de soja ou milho em uma fazenda de 1.500 hectares em Mato Grosso foi de R\$ 40,35, ou seja, o armazenamento em silo convencional custaria cerca de 6,37 vezes o custo de um armazém proposto.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O custo orçado de construção de um silo com capacidade máxima de armazenamento de 25.000 sacas de soja foi de R\$ 158.146,86, tornado esse investimento viável economicamente, atendendo totalmente as necessidades do produtor agrícola referente ao armazenamento de grãos.

Por se tratar de uma construção modular e desmontável, ela poderá ser ampliada de acordo com a necessidade de armazenamento do produtor agrícola. Em caso de mudanças nas áreas de produção de grãos, o armazém poderá ser transferido rapidamente.

As peças pré moldadas podem ser construídas no local de armazenagem de grãos, diminuindo o custo de transporte e logística.

Este trabalho não considerou cenários com variações de produtividade e preços, tornando mais robusta a análise de viabilidade econômica, o estudo com variações de cenários pode ser um potencial estudo futuro.

REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, **NBR 6.123: Forças devido ao vento em edificações**. Rio de Janeiro, RJ. 1988.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnica. NBR 6118: **Projetos de estruturas de concreto – Procedimentos**, Rio de Janeiro. 2014.

AUSTRALIAN STANDART, AS 3774: **Loads on bulks containers**. Sydney, 1996.

BUSS, R. N., MENDANHA, J. F., SILVA, D. M., SIQUEIRA, G. M. - **Infraestrutura logística de transporte e armazenagem da soja no estado do Maranhão - Brasil**. Brazilian Journal of Development, v.5, n.12. Curitiba. DOI: 10.34117/bjdv5n12-247

FREDERICO, S. – **The modern agricultural frontier and logistics: the importance of the soybean and grain storage system in Brazil**. Terrae Didatica 8 – UNICAMP – Campinas - SP. 2011

CALIL, Jr. C. **Recomendações de fluxo e de cargas para projetos de silos verticais**. Livre Docente. Tese, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, SP, 1997.

COGO, C. H. **Armazenagem de soja na fazenda: Análise da rentabilidade com BASE NA sazonalidade dos preços e na evolução da capacidade estática no Brasil**. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal do Paraná, Curitiba – PR, 2014.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira. 11º Levantamento de Grãos Safra 2012/2013.** Companhia Nacional de Abastecimento. Brasília: Conab, 2013. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em 21 de julho de 2020.

D'ARCE, M. A. B. R; **Pós Colheita e Armazenamento de Grãos.** Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição – ESALQ / USP - Piracicaba. 2011.

GOMES, F. C. – **Estudo teórico e experimental das ações em silos horizontais.** Tese de doutorado, EESC/USP, São Carlos – SP, 2000.

GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ. **Planilha Padrão – abril 2020.** Secretaria de Estado de Desenvolvimento Urbano e Obras Públicas – SEDOP. Disponível em https://www.sedop.pa.gov.br/sites/default/files/planilha_sedop_abril_2020.pdf - Acesso em 15/08/2020.

MILANI, A. S. – **Análise de torres metálicas treliçadas de linhas de transmissão considerando a interação solo-estrutura.** Dissertação de mestrado, Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS, 2012.

MORRISON, N. – **Interaccion suelo-estructuras: semi-espacio de Winkler.** Universidade Politecnica de Catalunya, Barcelona – Espanha, 1993.

Pelloso, J. A. C, Rasi, J. R, Bigeschi, V. C. Determinação do custo de construção para avaliação de silos horizontais pelo método da quantificação do custo. Revista Ahum, v.21, n.2. Universidade de Marília, Marília. DOI: 10.13140/RG.2.2.30251.87848

RASI, J. R. **Estudo comparativo de sistemas construtivos de silos horizontais.** Monografia (Especialização) – Escola de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Lavras, UFLA, Lavras - MG, 2009. DOI:10.13140/RG.2.2.29314.71360

RASI, J. R. **Alternativas estruturais em paredes de concreto pré-moldado de silos horizontais.** Dissertação de mestrado – Universidade Federal de São Carlos, UFSCAR, São Carlos - SP, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/4699/6217.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

RASI, J. R., Figueiredo Filho, J. R., Serafim, J. A. **Análise estrutural de painéis pré-moldado de fechamento de silos horizontais.** Revista de Engenharia Civil IMED –, 2016. DOI: 10.18256/2358-6508/rec-imed.v3n2p39-53

RAVENET, J. **Silos.**: Editores Tecnicos Associados, Barcelona, 1992.

RESENDE, L. M. S. **Modelo logístico de soja e milho no estado de Mato Grosso: minimização de custos de transporte por meio do ideal dimensionamento e localização de armazéns de grão.** Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá - MT, 2016.

ROSALEN, K. **Porque a armazenagem de grãos é um gargalo para o país.** 2019. Ifope Educacional. Cursos Agrônomos.< <https://blog.ifopecom.br/armazenagem-de-graos/>> acesso em 22 de agosto de 2020.

SILVA, E. T, FREIRE, W. J., CALIL JUNIOR, C. **Elementos pré-moldados de concreto armado, para silos quadrados verticais, modulares, para armazenamento de grãos.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.2, n.3. Universidade Federal da Paraíba – Campina Grande, PB, 1998.

SILVA, L. C. **Unidades armazenadoras: planejamento e gerenciamento otimizado**. Boletim Técnico AG: 01/06. UFES- Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória - ES, 2006.

SILVA, J. S. **Secagem e armazenagem de produtos agrícolas**. Editora Aprenda Fácil. Viçosa – MG, 2008.

SOUZA, M. F. - **Otimização locacional de novas unidades armazenadoras de grãos em Minas Gerais**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais – Belo Horizonte - MG, 2019.

VIEIRA, A. R., DALCHIAVON, F. C. - **Custos e viabilidade da implantação de uma unidade armazenadora de grãos no Mato Grosso**. Revista IPecege Esalq, v4 n2. Piracicaba - SP, 2018. DOI: 10.22167/r.ipecege.2018.2.7

VIEIRA FILHO, J. E. R – **Expansão da fronteira agrícola do Brasil: Desafios e Perspectivas**. IPEA – Instituto de Pesquisas Econômica Aplicada. Brasília, 2016.

WEBER, E. A. – **Excelência em beneficiamento e armazenagem de grãos**, Sales Editora, Canoas – RS, 2005.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Alumina 97, 99, 100, 101, 102, 105, 106, 107

Ansys 3, 17, 18, 120, 132, 135, 176

Armazenagem de grãos 66, 67, 68, 69, 81, 82, 83

B

Barragens de rejeito 158, 159, 164, 169, 170

Biomateriais 97, 98, 99, 106, 107

C

Concreto 1, 2, 3, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 23, 26, 27, 31, 32, 33, 35, 39, 66, 69, 71, 75, 76, 80, 81, 82, 121, 170

Concreto armado 1, 2, 17, 18, 19, 33, 71, 76, 82

D

Descarte de lodo 136, 137, 139

Diseño 120, 121, 123, 124, 125, 128

E

Energia nuclear 58, 61

Ensaio de flexão de três pontos 1, 9, 16

Estabilidade 2, 99, 100, 136, 137, 147, 148, 149, 151, 153, 154, 156, 158, 159, 163, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 192

Estructuras 82, 120, 123, 128

Etanol 84, 85, 87, 89, 94, 95, 212, 222, 226, 231

Extensômetro 171

F

Falhas térmicas 84, 85, 86, 87, 93

Fibra de coco babaçu 35

Flexión 120, 130, 131

Forjamento 172, 174, 178

Frequência de descarga 136, 142

G

Gases de falha 85

M

Metanol 84, 85, 87, 89, 94, 95, 224

Método numérico 2, 18

Microalgas 147, 148, 149, 156

Microfundido 172, 175, 178

O

Óleo isolante 84, 85, 86, 87, 92, 147

P

Pandeo 120, 134, 135

Papel kraft isolante 84, 85, 87, 198

Pó de ostra 40, 42, 44, 45, 46, 47, 49

Polipropileno 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 49, 50, 52, 54, 55, 56, 57, 209, 211, 217, 218, 219

Popularização da ciência 58

Preservação ambiental 40, 42

Propriedades mecânicas 26, 35, 39, 97, 101, 102, 202, 203, 204, 211

Prótese craniomaxilofacial 97

R

Reforço 35, 40, 45, 48, 56, 209, 210, 212, 219

Resistencia à compressão 35

Rigidez 45, 120, 127, 128, 153, 209, 223

Rod end 171, 172, 173, 174, 175, 178

S

Silo horizontal 66, 71, 72, 75, 76

Simulação numérica 1, 18, 19, 23, 31, 32, 33, 171, 176

Sismicidade 158, 159, 162, 167, 170

Sólidos sedimentáveis 136, 138, 139, 141, 145

T

Teatro científico 58, 59

Trabalhabilidade 35

V

Viga cilíndrica 18, 19, 20, 22, 27

Z

Zircônia 97, 100, 101, 102, 105, 107

ENGENHARIAS:

Metodologias e Práticas de
Caráter Multidisciplinar

4

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

ENGENHARIAS:

Metodologias e Práticas de
Caráter Multidisciplinar

4

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 