

Arquitetura e Urbanismo:

PATRIMÔNIO, SUSTENTABILIDADE E TECNOLOGIA 3

Jeanine Mafrá Migliorini
(Organizadora)



Arquitetura e Urbanismo:

PATRIMÔNIO, SUSTENTABILIDADE E TECNOLOGIA 3

Jeanine Mafrá Migliorini
(Organizadora)

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

iStock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



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

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

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

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

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

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

Profª Drª Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa

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

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

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

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

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

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

Ciências Biológicas e da Saúde

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

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

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

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

Linguística, Letras e Artes

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Angéli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Edna Alencar da Silva Rivera – Instituto Federal de São Paulo
Profª Drª Fernanda Tonelli – Instituto Federal de São Paulo,
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

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
Profª Ma. Adriana Regina Vettorazzi Schmitt – Instituto Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais
Prof. Me. Alessandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Profª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Me. Carlos Augusto Zilli – Instituto Federal de Santa Catarina
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná
Profª Drª 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. Edson Ribeiro de Britto de Almeida Junior – Universidade Estadual de Maringá
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 Atílio Batista – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará
Prof. Me. Francisco Sérgio Lopes Vasconcelos Filho – Universidade Federal do Cariri
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 Alborno – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Lillian de Souza – Faculdade de Tecnologia de Itu
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Profª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Profª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Me. Luiz Renato da Silva Rocha – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª 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. Me. Marcos Roberto Gregolin – Agência de Desenvolvimento Regional do Extremo Oeste do Paraná
Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Dr. Pedro Henrique Abreu Moura – Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Profª Drª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Rafael Cunha Ferro – Universidade Anhembí Morumbi
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Renan Monteiro do Nascimento – Universidade de Brasília
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof. Dr. Sullivan Pereira Dantas – Prefeitura Municipal de Fortaleza
Profª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Universidade Estadual do Ceará
Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Arquitetura e urbanismo: patrimônio, sustentabilidade e tecnologia 3

Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Mariane Aparecida Freitas
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os autores
Organizadora: Jeanine Mafra Migliorini

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

A772 Arquitetura e urbanismo: patrimônio, sustentabilidade e tecnologia 3 / Organizadora Jeanine Mafra Migliorini. - Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-312-2

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.122211607>

1. Arquitetura. 2. Urbanismo. I. Migliorini, Jeanine Mafra (Organizadora). II. Título.

CDD 720

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

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

DECLARAÇÃO DA EDITORA

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

APRESENTAÇÃO

“A cidade é uma casa grande, e a casa é uma cidade pequena.”

Leon Battista Alberti

Diariamente somos impactados pelos ambientes em que vivemos, sejam espaços abertos ou fechados, pequenos ou amplos, a casa ou a cidade. Planejar esses ambientes com qualidade é necessário, e isso implica na precisão de amplo conhecimento e nas discussões acerca dessa produção. Esse é o objetivo dos artigos que aqui se apresentam, trazer à tona debates, ideias, questionamentos e possíveis soluções dentro da arquitetura e urbanismo.

Várias dessas questões estão no âmbito do pensamento sustentável, quais materiais, quais estratégias podem ser usadas. Também abrange os pontos de transformação de espaços já existentes, uma vez que a consciência do impacto do abandono ou mesmo da demolição do já existente é mais uma das preocupações que integram esse tema tão vasto.

Na esfera urbana o debate traz à tona a necessidade de inclusão, do direito à cidade amplo e irrestrito, abrangendo parcelas da população muitas vezes negligenciadas. Abraça também os espaços pontuais que preenchem o urbano, e nele constroem uma identidade.

Todos esses processos dialéticos de debate devem ser trazidos à tona para manter o ciclo de ressignificações nos projetos residenciais, comerciais e urbanos, atestando o que Alberti defende da casa como uma pequena cidade e da cidade como uma pequena casa. É nesse pensamento que devemos embarcar para nos apropriarmos do melhor que os espaços têm a nos oferecer e refletirmos sobre as questões que nos faltam, que não estão em consonância com o ambiente idealizado.

Boa leitura e boas reflexões!

Jeanine Mafra Migliorini

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ANÁLISE DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E CONFORTO TÉRMICO EM EDIFÍCIOS PÚBLICOS

Elisabeti de Fátima Teixeira Barbosa
Adriana Petito de Almeida Silva Castro
Lucila Chebel Labaki
Camila de Freitas Albertin

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1222116071>

CAPÍTULO 2..... 14

ESTRATÉGIAS BIOCLIMÁTICAS QUE INFLUENCIAM NO CONFORTO TÉRMICO: OS HOSPITAIS SARAH BRASÍLIA E SARAH LAGO NORTE

Tháís Aurora Vilela Sancho
Éderson Teixeira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1222116072>

CAPÍTULO 3..... 34

CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL: NET POSITIVE HOME E SEUS SISTEMAS

Paola Serafim Filócomo
Paulo Roberto Corrêa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1222116073>

CAPÍTULO 4..... 49

CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL LEED-ND: UMA REVISÃO BIBLIOMÉTRICA DA PESQUISA CIENTÍFICA APLICADA EM ESTUDOS DE CASO

Rafael Lublo
Arnoldo Debatin Neto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1222116074>

CAPÍTULO 5..... 63

VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DE SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA INSTITUIÇÕES PÚBLICAS: ESTUDO DE CASO DA UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO

Renata Mansuelo Alves Domingos
Emeli Lalesca Aparecida da Guarda
João Carlos Machado Sanches

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1222116075>

CAPÍTULO 6..... 76

CARACTERIZAÇÃO DE PLACAS POLIMÉRICAS PRODUZIDAS A PARTIR DA APLICAÇÃO DO RESÍDUO INDUSTRIAL DE POLIURETANA TERMOFIXA E DA FIBRA VEGETAL DE COCO

Marcela Marques Costa
Victor José dos Santos Baldan
Javier Mazariegos Pablos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1222116076>

CAPÍTULO 7..... 88

A IMPORTÂNCIA DA GESTÃO E GERENCIAMENTO EM EMPREENDIMENTOS DE RETROFIT

Eduarda Santana Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1222116077>

CAPÍTULO 8..... 98

A REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA COMO INSTRUMENTO DE PROMOÇÃO DO DIREITO À MORADIA ADEQUADA

Larissa Fernandes de Oliveira Cavalcante

Débora de Barros Cavalcanti Fonseca

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1222116078>

CAPÍTULO 9..... 109

PELOS CAMINHOS DA REGULARIZAÇÃO URBANA: O CASO DO PROJETO MORADIA LEGAL PARA TODOS COMO INSTRUMENTO DA SUSTENTABILIDADE SOCIAL URBANA

Reginaldo Magalhães de Almeida

Iara Cassimiro de Oliveira

Gabriela Arantes Reis

Julia Malard Almeida

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1222116079>

CAPÍTULO 10..... 121

PELO “DIREITO À CIDADE” DA JUVENTUDE NEGRA PERIFÉRICA

Daniel Victor Gouveia Lage

Daniela Abritta Cota

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.12221160710>

CAPÍTULO 11..... 133

CAMINHABILIDADE EM QUESTÃO: PRÁTICAS, POLÍTICAS E COTIDIANO

Ana Luiza Cavalcanti Mendonça

Débora de Barros Cavalcanti Fonseca

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.12221160711>

CAPÍTULO 12..... 147

FEIRAS LIVRES NA CIDADE DE MACEIÓ: A CONFORMAÇÃO URBANA LOCAL E A RELAÇÃO COM O RUÍDO

Ana Caroline Araújo Ferreira da Silva

Bianca Oliveira Pontes

Maria Lucia Gondim da Rosa Oiticica

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.12221160712>

CAPÍTULO 13.....	160
A ABORDAGEM SOBRE ESPAÇOS LIVRES PÚBLICOS NOS PLANOS DIRETORES DA CIDADE DE TERESINA, PIAUÍ	
Wilza Gomes Reis Lopes	
Larissa de Fátima Ribeiro Mesquita	
Emmanuelle de Alencar Araripe	
João Angelo Ferreira Neto	
Karenina Cardoso Matos	
Nicia Bezerra Formiga Leite	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.12221160713	
CAPÍTULO 14.....	175
PAISAGISMO E CONFORTO URBANO: ARBORIZAÇÃO	
Cristiane Augusta Gomes Bodra	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.12221160714	
CAPÍTULO 15.....	186
QUESTÕES AMBIENTAIS URBANAS ARTICULAÇÃO ENTRE ADMINISTRAÇÕES LOCAIS E SOCIEDADE	
Clelia Maria Vieira Dantas	
Hugo Vigas Lima dos Santos	
Miriam Medina-Velasco	
Anaie Leite Silva Morais	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.12221160715	
CAPÍTULO 16.....	203
LINEAMIENTOS PARA LA DEFINICIÓN DE UN MODO DE CRECIMIENTO URBANO SOSTENIBLE. EL CASO DE MENDOZA (ARGENTINA), PROVINCIA DE TIERRAS SECAS	
Mariana Silvina Sammartino	
María del Carmen Mendoza Arroyo	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.12221160716	
CAPÍTULO 17.....	220
PRODUÇÃO HABITACIONAL RECENTE EM ARARAQUARA / SP: ASPECTOS DE INSERÇÃO URBANA E TIPOLOGIAS PREDOMINANTES FRENTE AOS PROCESSOS DE RECONFIGURAÇÃO TERRITORIAL EM CIDADES MÉDIAS	
José Aparecido Ferreira Basílio	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.12221160717	
CAPÍTULO 18.....	234
PROJETO STANDARD <i>VERSUS</i> URBANIDADE EM FRENTE DE ÁGUA: O CASO DO COMPLEXO CANTINHO DO CÉU, SÃO PAULO	
Michelle Souza Benedet	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.12221160718	

CAPÍTULO 19.....	246
CONDOMÍNIOS HORIZONTAIS FECHADOS E OCUPAÇÃO DA REGIÃO SUL DE LONDRINA-PR: RELAÇÃO RURURBANA E A NATUREZA COMO VALORIZAÇÃO FUNDIÁRIA	
Sandra Catharinne Pantaleão Resende	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.12221160719	
CAPÍTULO 20.....	264
A ASSOCIAÇÃO DAS INFRAESTRUTURAS PORTUÁRIAS E AEROPORTUÁRIAS COMO CATALISADORAS DO DESENVOLVIMENTO URBANO: O CASO DA CIDADE DE SANTOS	
Vitoria Benassi Motter	
Carlos Andrés Hernández Arriagada	
Guilherme Alexandre Gallo Cavenaghi	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.12221160720	
CAPÍTULO 21.....	288
DE FERIDAS URBANAS A CIRURGIAS SUBTERRÂNEAS: TRANSFORMAÇÕES GERADAS PELO METRÔ NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO, BRASIL	
Sonia Schlegel Costa	
Vera Lucia Ferreira Motta Rezende	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.12221160721	
SOBRE A ORGANIZADORA	307
ÍNDICE REMISSIVO.....	308

VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DE SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA INSTITUIÇÕES PÚBLICAS: ESTUDO DE CASO DA UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO

Data de aceite: 01/07/2021

Data de submissão: 17/06/2021

Renata Mansuelo Alves Domingos

Universidade Federal de Santa Catarina
Florianópolis – Santa Catarina
<http://lattes.cnpq.br/6862965445272235>

Emeli Lalesca Aparecida da Guarda

Universidade Federal de Santa Catarina
Florianópolis – Santa Catarina
<http://lattes.cnpq.br/3670370461390342>

João Carlos Machado Sanches

Universidade do Estado de Mato Grosso
Sinop – Mato Grosso
<http://lattes.cnpq.br/7790159808751241>

RESUMO: Construções com uso educativo são grandes contribuintes para as emissões de gases do efeito estufa e com grande demanda energética. Esses edifícios tem o perfil de consumo ideal para a integração de sistemas fotovoltaicos. Existe, no entanto, uma preocupação com a estética dessas edificações, além da existência de árvores responsáveis por sombreamento, que podem diminuir a eficiência do sistema instalado. Essa pesquisa tem por objetivo dimensionar um sistema fotovoltaico para a Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT) localizada na cidade de Sinop-MT com funcionamento nos três períodos e, verificar a viabilidade econômica do sistema. A metodologia consiste em três etapas, sendo: caracterização do objeto de estudo, simulação

do sistema fotovoltaico e análise econômica. Utilizou-se o programa computacional PVSyst para o dimensionamento técnico e planilha eletrônica para os cálculos de viabilidade financeira. Os resultados demonstraram que, mesmo com o sombreamento parcial há viabilidade para implantação do sistema. Os indicadores econômicos (Taxa Interna de Retorno (TIR) e Payback) mostraram que o retorno pode ser alcançado em menos de oito anos e que, a TIR está superior da Taxa Mínima de Atratividade (TMA), sendo de 21% e a TMA usada de 6%. Conclui-se que, além de ser vantajoso financeiramente e ambientalmente, o sistema pode se adaptar a construção já edificada, o que mostra a possibilidade de estudos para implantação em outras universidades do país.

PALAVRAS-CHAVE: Sistemas Fotovoltaicos, Viabilidade Econômica, Simulação Computacional.

TECHNICAL AND ECONOMIC FEASIBILITY OF PHOTOVOLTAIC SYSTEM FOR PUBLIC INSTITUTIONS: CASE STUDY OF THE UNIVERSITY OF THE STATE OF MATO GROSSO

ABSTRACT: Buildings with educational uses are major contributors to greenhouse gas emissions and with great energy demand. These buildings have the ideal consumption profile for the integration of photovoltaic systems. There is, however, a concern if the aesthetics of these buildings, besides the existence of trees responsible for shading, which can decrease the efficiency of the installed system. The aim of this research is to design a photovoltaic system for the

UNEMAT, located in the city of Sinop-MT, operating in the three periods of day and to verify the economic viability of the system. The methodology consists of three steps: characterization of the object of study, simulation of the photovoltaic system and economic analysis. PVSyst software was used for the technical sizing and Excel spreadsheet for calculations of financial viability. The results showed that, even with partial shading, it is feasible to implement the system. The economic indicators (Internal Rate of Return - IRR - and Payback) showed that the return is reached in less than eight years and that the IRR (of 21%) is higher than the Minimum Attractiveness Rate of Return (MARR) used, of 6%. It is concluded that, in addition to being financially and environmentally beneficial, the system can adapt to the construction already built, which shows the possibility of studies for implantation in other universities of the Brazil.

KEYWORDS: Photovoltaic Systems, Economic Viability, Computational Simulation.

1 | INTRODUÇÃO

A geração de energia renovável está aumentando em todo o mundo, como parte de estratégias de longo prazo destinadas a reduzir as emissões de gases de efeito estufa e, também, obter um fornecimento sustentável de eletricidade. Sabe-se que a geração de energia elétrica, principalmente com base em combustíveis fósseis, pode causar danos ao meio ambiente por meio da emissão de gases e partículas tóxicas (BARROSO et al., 2010).

A crescente demanda por energia, resultante do aumento das atividades socioeconômicas em todo o mundo, deve ser considerada em termos de eficiência, confiabilidade e aspectos ambientais. Neste contexto, as alternativas de energia renovável tornaram-se o foco de muitos estudos sobre questões ambientais e econômicas. Alguns países estão na vanguarda dos investimentos tecnológicos e regulatórios em geração de energia mais limpa, permitindo que países que recentemente começaram a levar em consideração fontes alternativas de energia aprendam com suas experiências (RÜTHER ET AL., 2008). A energia renovável tem muitas vantagens ambientais e de segurança em comparação com fontes de energia convencionais, podendo enfrentar a mudança climática, diminuir a dependência da importação de combustível e diversificar as fontes de energia (CHOI et al., 2018).

A energia solar tem um grande potencial para contribuir para muitos dos aspectos sociais e ambientais das crescentes demandas de eletricidade. Além de baixas emissões de carbono, a energia solar não requer insumos fósseis e pode apresentar um tempo de retorno favorável se implantada sob condições adequadas de irradiação e considerando os parâmetros econômicos relevantes e aplicáveis. Ao analisar políticas e projetos internacionais de energia solar, várias oportunidades são notáveis para adaptação e implantação para estimular o uso dessa tecnologia no Brasil (RÜTHER ET AL., 2008).

O Brasil enfrenta um aumento contínuo da demanda de energia e uma diminuição dos recursos disponíveis para expandir o sistema de geração. Os edifícios residenciais

são responsáveis por 23% da demanda nacional de eletricidade. Assim, é necessário buscar novas fontes de energia para diversificar e complementar os vários tipos de fontes energéticas. A energia fotovoltaica integrada em edifícios (BIPV) está ganhando força em todo o mundo e pode ser uma alternativa interessante para o Brasil devido às suas características de radiação solar (ORDENES et al., 2007).

O país possui enormes reservas de silício e altos níveis de irradiação solar durante todo o ano, mas a participação da energia solar em seu complexo de eletricidade foi inexpressiva até recentemente. No entanto, as políticas atuais do governo brasileiro têm sido responsáveis por uma crescente implantação de sistemas fotovoltaicos e, portanto, forneceram condições mais favoráveis para o surgimento de uma indústria fotovoltaica nacional (PINTO et al., 2016). Sendo assim, a energia solar fotovoltaica (FV) conectada à rede elétrica distribuída desempenha um papel cada vez mais importante devido aos avanços dessa tecnologia, combinada com a redução dos custos de capital e subsídios. Os benefícios da geração distribuída incluem: reduzir perdas na distribuição, diminuir a carga da rede, diversificar a matriz energética do país e atrasar investimentos em aumento de capacidade de subestações e linhas de transmissão (DIAS et al., 2017; VILAÇA GOMES et al., 2018).

Os painéis interligados à rede podem ser instalados em qualquer edificação, porém é necessário antes alguns estudos para locação e dimensionamento do mesmo. Um projeto envolve para onde as superfícies dos módulos estão voltadas, a área disponível para instalação, radiação solar do local instalado, a quantidade de energia a ser consumida e diversos outros fatores. Sendo os primeiros passos a determinação da quantidade de energia a ser produzida, seja por meio das contas de luz anteriores ou por meio da carga estipulada em um projeto elétrico, e a determinação da área disponível para instalação dos módulos, podendo assim ser feito um estudo anterior para saber se a influência de sombreamento e outras questões (RÜTHER, 2000). Essas perdas tem efeito significativo a ponto de serem desenvolvidas ferramentas para estimativa do efeito na produção de energia elétrica do sistema (ZOMER; RÜTHER, 2017)

De forma resumida alguns fatores essenciais que devesse atentar para a locação dos módulos são a orientação geográfica, que é para onde as placas estão voltadas. No caso do Brasil que se encontra no hemisfério sul a melhor disposição é sempre voltada ao norte, para uma melhor captação da radiação e conseqüente geração de energia (RÜTHER, 2000).

Do ponto de vista estratégico, o Brasil possui uma série de características naturais favoráveis, como altos níveis de insolação e grandes reservas de quartzo de qualidade, que podem gerar importante vantagem competitiva para a produção de silício com alta pureza, células solares e módulos, que são produtos com alto valor acrescentado. Esses fatores podem abrir caminho para um papel mais importante da tecnologia na diversificação da matriz de energia elétrica (RÜTHER ET AL., 2008).

O uso de energia limpa e da tecnologia fotovoltaica para edificações já tem comprovação de viabilidade (DOMINGOS; PEREIRA, 2021), mas o uso em instituições públicas também pode se tornar uma alternativa para amenizar os custos de energia elétrica no Brasil. O sistema de energia solar FV já é utilizado em algumas instituições de ensino, em diferentes estados do Brasil, com o predomínio do uso diurno, coincidindo com o pico de geração solar FV, além de auxiliar para o desenvolvimento sustentável, o sistema pode ser muito viável economicamente, como é caso de algumas instituições que já contam com micro usinas, por exemplo, UFSC, USP, UFPR, UFSM.

Diante deste cenário, esse trabalho tem por objetivo demonstrar a viabilidade da instalação de um sistema fotovoltaico para suprir, parcialmente, a demanda energética de um dos *campi* da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), localizada na cidade Sinop no norte do estado. Para tal foi usado o programa PVsyst para o dimensionamento técnico e planilhas eletrônicas para os cálculos de viabilidade financeira.

2 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Os painéis fotovoltaicos podem ser integrados na envoltória das edificações para a geração de energia elétrica, eliminando assim o uso adicional da terra. Em geral, a combinação de tarifas residenciais elevadas com alta disponibilidade de radiação solar sugere que a eletricidade fotovoltaica pode alcançar a viabilidade econômica para instalações de telhado conectadas à rede (AKOREDE et al., 2010; DÁVI et al., 2016). Segundo Aquila et al. (2017) a principal barreira para penetração das fontes renováveis de energia em sistemas de energia elétrica são os altos custos tecnológicos, o que pode colocar esta alternativa em desvantagem em relação ao custo benefício se comparada com fontes convencionais.

Holdermann et al. (2014) usaram o método de fluxo de caixa descontado para calcular os custos de investimento específicos que é necessário para saber se os sistemas fotovoltaicos são economicamente viáveis para cada uma das 63 redes de distribuição no Brasil. No cálculo, foram utilizadas as tarifas de energia elétrica, incluindo taxas e impostos, obtidas por meio de entrevistas por telefone e informações disponíveis ao público. No cenário estudado em nenhuma das redes de distribuição a energia fotovoltaica era economicamente viável nos setores comercial ou residencial.

Trabalhos mais recentes já demonstram viabilidade econômica, no cenário residencial do país, Vale et al. (2017) fizeram uma análise econômica dos sistemas fotovoltaicos integrados a casas do programa Minha Casa Minha Vida no estado do Piauí e de São Paulo. A metodologia aplicada foi o fluxo de caixa para o cálculo do valor presente líquido e a taxa interna de retorno, comparando a influência da isenção do ICMS. Em todos os cenários dos casos estudados a taxa interna de retorno foi maior que a taxa mínima de atratividade, o que comprova a viabilidade econômica para implantação do sistema e uma

oportunidade de combinar esse programa social com a possibilidade de diversificar a matriz energética utilizando o potencial solar do país.

No cenário comercial, Sorgato et al. (2018) analisaram no Brasil e sob os preços do módulo solar fotovoltaico, o potencial técnico e econômico de integrar o telureto de cádmio (CdTe) de película fina de vidro fino, sem moldura, de última geração. Dessa forma o objetivo é implantar os módulos fotovoltaicos em uma fachada e telhado comercial, e avaliar a viabilidade econômica de substituir materiais de fachada de vidro arquitetônico e material compósito de alumínio com elegantes módulos fotovoltaicos pretos em seis cidades brasileiras. A análise econômica mostrou que, com os custos decrescentes da energia fotovoltaica, a substituição de materiais convencionais de construção de fachadas por módulos fotovoltaicos não é apenas uma abordagem inovadora, mas também de benefício econômico.

Nesse contexto pouco se estuda os edifícios públicos e educacionais, que é o caso da proposta desse estudo, preencher parte dessa lacuna.

3 | MÉTODO

O método está dividido em três etapas. A primeira consiste na caracterização do objeto de estudo, na qual foi estudado a implantação e estimado o consumo por meio das contas de energia elétrica existentes do ano de 2017. A segunda etapa é o dimensionamento do sistema FV considerando o edifício e o sombreamento existente. Por fim, a terceira etapa é análise dos resultados e da viabilidade econômica do sistema.

3.1 Caracterização do Objeto de Estudo

A UNEMAT está localizada na cidade de Sinop, na latitude 11°51'51" S e longitude 55°30'09" W, com altitude de 345m. O campus conta com vários blocos instalados, porém foi considerada apenas a parte onde há maior concentração de blocos como mostra a Figura 1.



(A)



(B)

Figura 1 - UNEMAT: (A) Traçado; (B) Vista aérea.

Algumas medidas de inclinações dos telhados não foram obtidas, por causa da falta de dados como cortes nos arquivos das plantas e pela presença expressiva de arborização no espaço (Figura 1). Assim, dos 5562,81m² disponíveis foram considerados 3295,39m². A inclinação de todos os sistemas foi de 19°, acompanhando o telhado, que por coincidência após as análises e realização do ábaco de irradiação (Figura 2), foi tida como a melhor inclinação para o local.

Inclinação	Ábaco de irradiação Solar - Sinop					
90	1003	1040	976	938	976	1040
75	1226	1283	1254	1217	1253	1282
60	1427	1499	1506	1498	1506	1499
45	1593	1672	1706	1715	1706	1671
30	1716	1788	1831	1846	1831	1788
15	1796	1839	1869	1880	1869	1839
0	1814	1814	1814	1814	1814	1814
	90	60	30	0	30	60
Desvio Azimutal						

Inclinação	Ábaco de irradiação Solar - Sinop (%)					
90	53%	55%	52%	50%	52%	55%
75	65%	68%	67%	65%	67%	68%
60	76%	80%	80%	80%	80%	80%
45	85%	89%	91%	91%	91%	89%
30	91%	95%	97%	98%	97%	95%
15	95%	98%	99%	100%	99%	98%
0	96%	96%	96%	96%	96%	96%
	90	60	30	0	30	60
Desvio Azimutal						

Máx	1882
-----	------

Figura 2 – Ábaco de Irradiação de Sinop-MT.

O dimensionamento do consumo foi baseado no ano de 2017 de acordo com as faturas elétricas. Os valores do consumo em KWh mensal estão na Figura 3.

Mês	Consumo (KWh)
Janeiro	37800
Fevereiro	52080
Março	40320
Abril	31080
Maio	62160
Junho	75180
Julho	60900
Agosto	59220
Setembro	46200
Outubro	70980
Novembro	70140
Dezembro	60480
Total	666540
Média mensal	55545

Figura 3 – Consumo da UNEMAT em 2017.

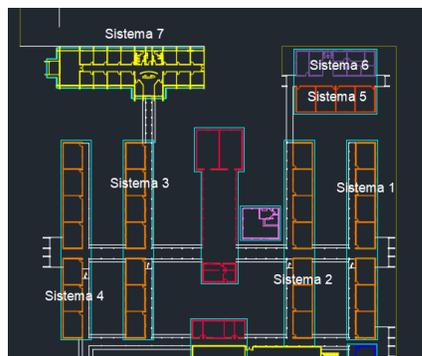
3.2 Dimensionamento

Para o dimensionamento utilizou-se o programa PVsyst na versão 6.6.8. Optou-se pela placa de mono silício (Si-mono) devido a sua maior eficiência, o que resulta em maior geração por área, mesmo tendo um preço um pouco mais elevado. As configurações dos painéis são: Canadian Solar Inc. com 375Wp de potência, 34V; em todos os sistemas foram instalados painéis de mesma configuração por razões comerciais, assim como os inversores. Os inversores são da ABB, 30kW, 200-950V. As demais configurações técnicas podem ser encontradas no relatório das simulações em anexo.

Como os blocos possuem áreas variadas e alguns sofrem influência de sombreamento, o sistema foi dividido em sete partes, com duas orientações cada, totalizando 14 simulações. Os sistemas foram nomeados e dispostos como na Figura 4.

Sistema	Nome no Relatório	Orientação	Perda por sair do sistema ideal
1	Padrão 1	Norte	0.30%
	Padrão 2	Sul	12%
2	Padrão 3	Sul	12%
	Padrão 4	Norte	0.30%
3	Padrão 5	Norte	0.30%
	Padrão 6	Sul	12%
4	Padrão 7	Sul	12%
	Padrão 8	Norte	0.30%
5	Coordenação 1	Leste	3.80%
	Coordenação 2	Oeste	7.20%
6	Coordenação 1	Leste	3.80%
	Coordenação 2	Oeste	7.20%
7	Cei 1	Leste	3.80%
	Cei 2	Oeste	7.20%

(A)



(B)

Figura 4 - Sistemas: (A) Perdas dos sistemas; (B) Posicionamento dos sistemas.

Sabe-se que o melhor rendimento de um painel FV é com orientação voltada ao norte e inclinação na latitude do local. Por Sinop-MT ser uma cidade com inverno caracterizado por céu limpo, essa inclinação é ligeiramente maior. Nos resultados será demonstrada a produção mensal de cada sistema da Figura 4 comparado ao de maior desempenho (na orientação adequada e sem sombreamento), um compilado da produção total gerada, a produção ideal de acordo com o KWp simulado e a demanda do edifício.

4 | RESULTADOS

A análise preliminar foi feita a partir do consumo do ano de 2017, com radiação diária de 4,97kWh/m²/dia e 75% de desempenho, com esses dados foi calculada a potência nominal pico dos painéis que é de 496,71kWp. Por questões de áreas viáveis, não foi possível atingir esse valor, então o valor simulado foi de 451kWp (resultado da soma dos 14 sistemas). Na Figura 5 encontra-se cada sistema com a sua respectiva potência, geração e performance. Os resultados desse sistema simulado foram apresentados em duas partes, na parte técnica que consta a geração de energia e na parte financeira consta o VPL, TIR, tempo de retorno e LCOE.

Sistema	Nome no Relatório	Sistema	Potencia (KWp)	Geração Anual (MWh)	PR (%)
1	Padrão 1	VC1	42	63.36	77.84
	Padrão 2	VC2	42	55.1	77.46
2	Padrão 3	VC3	42	54.8	77.12
	Padrão 4	VC4	42	63.3	77.03
3	Padrão 5	VC5	42	62.6	76.12
	Padrão 6	VC6	42	54.5	76.69
4	Padrão 7	VC7	42	55.5	78.04
	Padrão 8	VC8	42	62.1	75.52
5	Coordenação 1	VC9	12.8	18.45	77.85
	Coordenação 2	VC10	12.8	18.45	78.29
6	Coordenação 1	VC11	12.8	18.08	77.85
	Coordenação 2	VC12	12.8	18.08	78.29
7	Cei 1	VC13	31.9	46.08	77.77
	Cei 2	VC14	31.9	45.14	78.2
Total			451	635.54	77.24

Figura 5 – Dados técnicos dos sistemas.

4.1 Análise Técnica

Nas simulações foram considerados o sombreamento existente no local, as perdas de 3% de LID, 2% de mismatch e 3% de sujeira. O sistema ideal, com os módulos inclinados em um ângulo igual ao da latitude local, foi calculado considerando essas perdas (menos o sombreamento). Para análise comparativa foi dividido em três grupos, com a mesma potência nominal e área instalada, ou seja, o grupo dos blocos, coordenação e do CEI (Figura 6, 7 e 8).

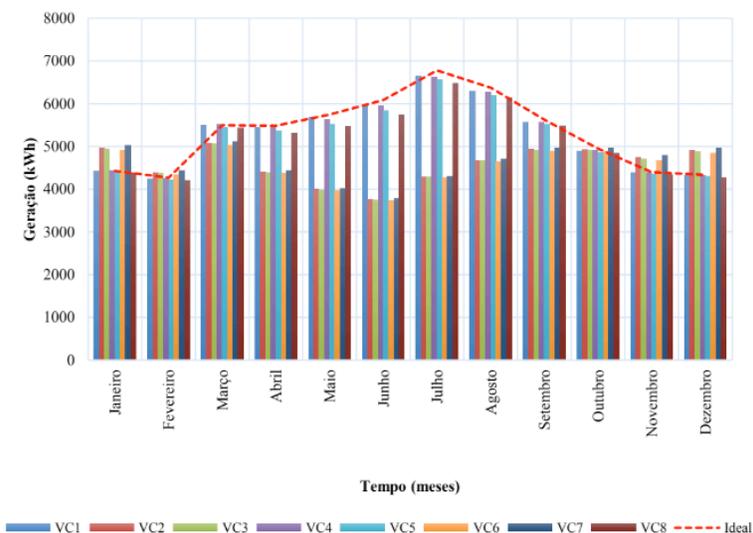


Figura 6 – Produção x Ideal dos blocos.

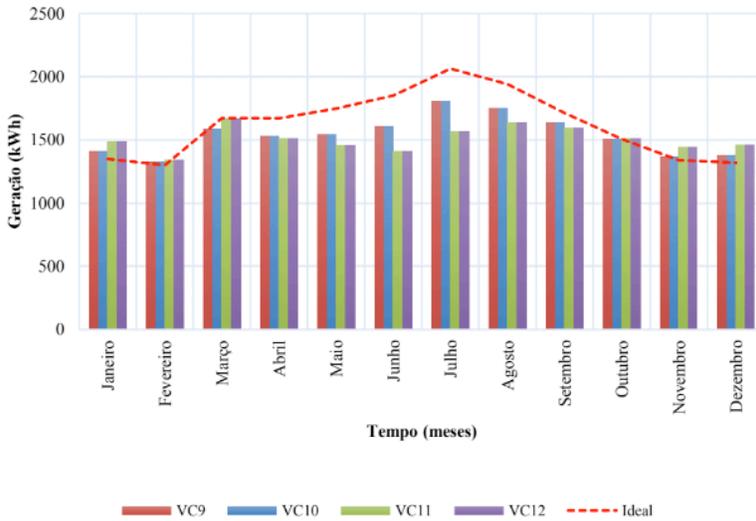


Figura 7 – Produção x Ideal da coordenação.

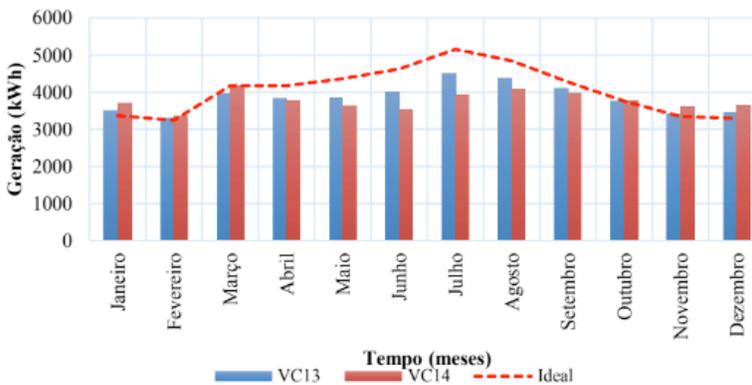


Figura 8 – Produção x Ideal do cei.

Quando considerada a soma de todos os sistemas e comparado a produção ideal tem-se uma perda de 7,48% de geração de energia. Na Figura 9 pode-se perceber a diferença do sistema ideal, o sistema simulado e o consumo ao longo do ano.

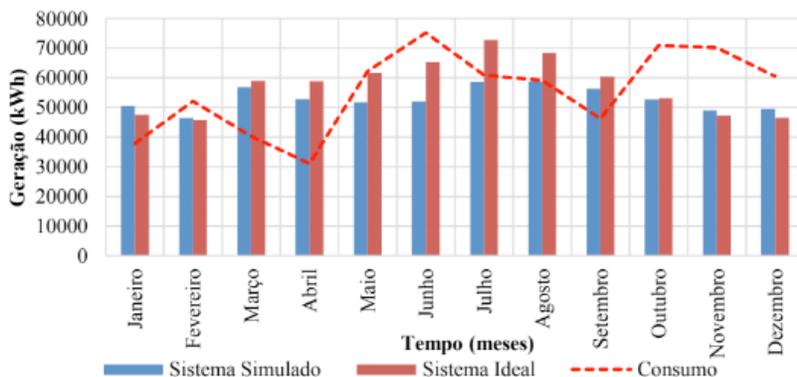


Figura 9 – Sistema simulado e ideal x Consumo.

4.2 Análise Financeira

Os dados de geração e de consumo foram considerados de acordo com a seção anterior, a demanda não foi alterada com a contratação do sistema e o valor dos impostos não foram considerados. Os dados considerados para análise foram: 25 anos de vida útil, 10,4% de aumento do valor da tarifa (de acordo com a ANEEL na categoria de serviço público), perda de 1% da geração FV ao ano, 1% do valor do sistema acrescentando como despesas para manutenção e 30% do valor do sistema a cada 10 anos para troca dos inversores. Por ser uma universidade que funciona em tempo integral, o consumo acontece nos três períodos, mas a produção somente no diurno, por isso foi calculado o crédito do sistema de forma que fosse levado em conta o preço do horário de pico.

O preço adotado para o sistema foi de R\$4,19/Wp, resultando em um investimento inicial de R\$1.515.104,00; a taxa mínima de atratividade (TMA) estimada de acordo com a SELIC é de 6% e o Valor Presente Líquido (VPL), que tem como finalidade determinar o valor com todos os descontos no momento inicial do investimento, foi de R\$4.789.384,11 Outro indicador de viabilidade econômica é a Taxa Interna de Retorno (TIR), uma medida que demonstra o quanto rende um investimento em um determinado período de tempo, para um empreendimento ser rentável o TIR deve ser igual ou maior que a TMA e, neste caso, o TIR foi de 21%. O período de retorno do investimento com todos os valores descontados foi de 7,75 anos. E o custo nivelado de energia (LCOE) foi de R\$0,39.

5 I CONCLUSÕES

A pesquisa demonstra a viabilidade financeira da implantação de um sistema fotovoltaico em instituições de ensino. Dessa forma, o objetivo de dimensionar e fazer a integração de um sistema FV viável em um edifício foi alcançado, mesmo o sistema não estando posicionado na orientação ideal as perdas foram relativamente baixas. Com

essas análises, foi possível avaliar quais são as características ao incorporar geradores fotovoltaicos para construir e quantificar quanta energia seria desperdiçada ao selecionar uma orientação específica e inclinação diferente da ideal, e avaliar se essas perdas são significativas. Percebe-se também que além dos pontos positivos das questões ambientais de se usar uma energia renovável, o sistema é viável financeiramente e funciona como investimento, com taxas muito maiores que as vigentes no mercado.

A concessionária de energia e o mercado já está adequado as demandas para as instalações nos casos privados como casas e empresas. Sabe-se por exemplo do apoio do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), oferecendo empréstimos a juros baixos para projetos de energia solar fotovoltaica (LACCHINI; RÜTHER, 2015). No entanto o artigo levanta a questão do uso da energia solar na rede pública de ensino superior, tal tipo de investimento não só colabora com pesquisas como gera uma economia ativa para as instituições. Nesse contexto o trabalho demonstra que existe a viabilidade, deveria ser explorada e seria interessante uma política pública voltada aos edifícios públicos no Brasil para instalação de energia renovável distribuída.

REFERÊNCIAS

AKOREDE, M. F.; HIZAM, H.; POURSMAEIL, E. **Distributed energy resources and benefits to the environment**. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 14, n. 2, p. 724–734, 2010.

AQUILA, G. et al. **An overview of incentive policies for the expansion of renewable energy generation in electricity power systems and the Brazilian experience**. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 70, n. October 2015, p. 1090–1098, 2017.

BARROSO, L. RUDNICK, H. SENSFUSS, F. LINARES, P. **The green effect**. *IEEE Power Energy Mag.*, (5) 22-35. 2010.

CHOI, G. et al. **Prices versus quantities: Comparing economic efficiency of feed-in tariff and renewable portfolio standard in promoting renewable electricity generation**. *Energy Policy*, v. 113, n. November 2017, p. 239–248, 2018.

DÁVI, G. A. et al. **Energy performance evaluation of a net plus-energy residential building with grid-connected photovoltaic system in Brazil**. *Energy and Buildings*, v. 120, p. 19–29, 2016.

DIAS, C. L. DE A. et al. **Performance estimation of photovoltaic technologies in Brazil**. *Renewable Energy*, v. 114, n. PB, p. 367–375, 2017.

DOMINGOS, R. M. A.; PEREIRA, F. O. R. **Comparative cost-benefit analysis of the energy efficiency measures and photovoltaic generation in houses of social interest in Brazil**. *Energy and Buildings*, v. 243, p. 111013, 2021.

HOLDERMANN, C.; KISSEL, J.; BEIGEL, J. **Distributed photovoltaic generation in Brazil: An economic viability analysis of small-scale photovoltaic systems in the residential and commercial sectors**. *Energy Policy*, v. 67, p. 612–617, 2014.

LACCHINI, C.; RÜTHER, R. **The influence of government strategies on the financial return of capital invested in PV systems located in different climatic zones in Brazil.** *Renewable Energy*, v. 83, p. 786–798, 2015.

ORDENES, M. et al. **The impact of building-integrated photovoltaics on the energy demand of multi-family dwellings in Brazil.** *Energy and Buildings*, v. 39, n. 6, p. 629–642, 2007.

PINTO, J.T.M. AMARAL, K. J. JANISSEK, P. R. **Deployment of photovoltaics in Brazil: Scenarios, perspectives and policies for low-income housing** *Solar Energy* (133), 73-84, 2016.

RÜTHER, R. **Instalações solares fotovoltaicas integradas a edificações urbanas e interligadas à rede elétrica pública.** Florianópolis, 2000.

RÜTHER, R. KNOB, P.J. JARDIM, C.S. REBECHI S.H. **Potential of building integrated photovoltaic solar energy generators in assisting daytime peaking feeders in urban areas in Brazil.** *Energy Convers. Manage.* (49) 1074-1079. 2008.

SORGATO, M. J.; SCHNEIDER, K.; RÜTHER, R. **Technical and economic evaluation of thin-film CdTe building-integrated photovoltaics (BIPV) replacing façade and rooftop materials in office buildings in a warm and sunny climate.** *Renewable Energy*, v. 118, p. 84–98, 2018.

VILAÇA GOMES, P. et al. **Technical-economic analysis for the integration of PV systems in Brazil considering policy and regulatory issues.** *Energy Policy*, v. 115, n. January, p. 199–206, 2018.

VALE, A. M. et al. **Analysis of the economic viability of a photovoltaic generation project applied to the Brazilian housing program “Minha Casa Minha Vida”.** *Energy Policy*, v. 108, n. September 2016, p. 292–298, 2017.

ZOMER, C.; RÜTHER, R. **Simplified method for shading-loss analysis in BIPV systems – part 1: Theoretical study.** *Energy and Buildings*, v. 141, p. 69–82, 2017.

SOBRE A ORGANIZADORA

JEANINE MAFRA MIGLIORINI - Graduada em Arquitetura e Urbanismo pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná, em Licenciatura em Artes Visuais pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), em Tecnologia de Design de Interiores e em Tecnologia em Gastronomia pela Unicesumar; Especialista em História, Arte e Cultura, em Docência no Ensino Superior: Tecnologia Educacionais e Inovação e em Projeto de Interiores e Mestre em Gestão do Território pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. Educadora há treze anos, iniciou na docência nos ensinos fundamental e médio na disciplina de Arte. Atualmente é professora no ensino superior da Unicesumar. Arquiteta e urbanista, desenvolve projetos arquitetônicos. Escolheu a Arquitetura Modernista de Ponta Grossa – PR como objeto de estudo, desde sua graduação.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Arborização 68, 140, 141, 175, 176, 179, 180, 181, 183, 185, 194, 195, 199, 200

Arquitetura hospitalar 14, 17, 21, 23, 27, 32, 33

Assentamentos precários 98, 99, 101

C

Caminhabilidade 133, 137

Capitais litorâneas brasileiras 186

Cidades médias 220, 221, 222, 233, 262

Conforto térmico 1, 2, 3, 4, 5, 8, 11, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 45, 173, 175

Crecimiento urbano sostenible 203, 218, 219

D

Desenvolvimento de bairro 49, 51, 52

Dinâmica urbana 246

Direito à cidade 98, 99, 100, 102, 107, 108, 121, 122, 123, 130, 131, 132, 296

Direito à moradia adequada 98, 102, 107

E

Eficiência energética 1, 3, 4, 5, 7, 8, 11, 12, 13, 22, 23, 26, 29, 30, 31, 32, 34, 38, 43, 47, 48, 56, 61

Espaços livres 160, 161, 162, 163, 164, 165, 169, 172, 173, 243

Estratégias bioclimáticas 14, 15, 16, 17, 18, 19, 22, 23, 29, 30, 31, 32, 33

F

Feiras livres 147, 148, 149, 150, 152, 155, 157, 158

Frentes de água 234, 235, 236, 242, 243, 244

G

Gestão de riscos em retrofit 88, 94

Gestão territorial 49, 50

I

Infraestrutura 2, 49, 50, 52, 53, 56, 59, 60, 88, 89, 96, 99, 100, 103, 105, 110, 114, 115, 117, 118, 125, 127, 135, 138, 139, 141, 143, 161, 178, 223, 229, 231, 242, 252, 254, 258, 259, 260, 264, 266, 267, 270, 272, 277, 281, 283, 284, 286, 287, 289, 296, 301

Instrumentos de governança ambiental 186

J

Juventude negra periférica 121, 123, 125, 126, 128, 129

L

LEED-ND 49, 51, 53, 54, 55, 58, 59, 60

Legislação urbanística 119, 220, 222, 231, 251, 255, 257, 261, 292

M

Metrô 288, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 298, 299, 300, 301, 304

Microbacias urbanas 246

Mobilidade 50, 52, 60, 61, 115, 118, 127, 133, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 143, 144, 149, 222, 225, 237, 242, 291, 292, 296

P

Planejamento insurgente 121, 130

Planejamento urbano 49, 50, 52, 121, 122, 131, 133, 135, 136, 139, 144, 158, 162, 181, 193, 199, 220, 222, 232, 233, 287, 296, 305

Plano diretor 103, 104, 122, 160, 164, 194, 200, 202, 220, 221, 223, 224, 230, 231, 232, 233, 248, 255, 256, 257, 258, 262, 263, 266, 275, 277, 278, 285, 287, 291, 292, 296

Políticas públicas 13, 59, 100, 110, 118, 123, 130, 133, 136, 137, 139, 143, 144, 145, 160, 162, 172, 186, 190, 192, 215, 216, 221, 258, 287

Procesos territoriales 203, 211, 217

Projeto de extensão universitária 109, 111

Q

Qualidade de vida 37, 50, 100, 101, 104, 115, 118, 138, 161, 167, 175, 176, 180, 181, 184, 185, 187, 221, 228, 231, 262, 292

Questões ambientais urbanas 186

R

Reciclagem 34, 39, 40, 56, 76, 78, 79, 86

Regularização fundiária 98, 100, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 114, 115, 116, 118, 119, 120

Residência sustentável 34

Resina vegetal de mamona 76, 80, 84

Retrofit 8, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97

S

Simulação computacional 63

Sistema intermodal 264, 265, 266, 268, 281, 284

Sistemas fotovoltaicos 63, 65, 66

Sustentabilidade 1, 2, 16, 33, 34, 35, 36, 37, 39, 40, 43, 47, 48, 50, 51, 52, 53, 60, 61, 91, 109, 110, 111, 115, 118, 119, 132, 134, 137, 146, 175, 181, 192, 195, 197, 227

Sustentabilidade social urbana 109, 115, 118, 119

T

Transformações socioespaciais 288, 289

Transformações urbanas 134, 232, 288, 290, 302

U

Urbanidade 164, 234, 236, 240, 242, 243, 244, 305

V

Variáveis ambientais 2, 3, 4, 7, 8, 9

Vivência urbana 121, 126

Arquitetura e Urbanismo:

PATRIMÔNIO, SUSTENTABILIDADE E TECNOLOGIA 3

 www.atenaeditora.com.br

 contato@atenaeditora.com.br

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

 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Arquitetura e Urbanismo:

PATRIMÔNIO, SUSTENTABILIDADE E TECNOLOGIA 3

 www.atenaeditora.com.br

 contato@atenaeditora.com.br

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

 www.facebook.com/atenaeditora.com.br