



O Meio Ambiente Sustentável 2

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Analya Roberta Fernandes Oliveira
Samia dos Santos Matos
(Organizadoras)

Atena
Editora
Ano 2020



O Meio Ambiente Sustentável 2

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Analya Roberta Fernandes Oliveira
Samia dos Santos Matos
(Organizadoras)

Atena
Editora
Ano 2020

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Natália Sandrini de Azevedo

Edição de Arte: Lorena Prestes

Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. 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.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof^a Dr^a Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Prof^a Dr^a Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

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^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Prof^a Dr^a Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá

Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima

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. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros

Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice

Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense

Prof^a Dr^a Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

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 – Universidade Federal do Maranhão

Prof^a Dr^a Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

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^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

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. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. 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
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Fernando José Guedes da Silva Júnior – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
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 Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Prof^a Dr^a Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
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^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. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^a Dr^a Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof^a Dr^a Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof^a Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof^a Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Prof^a Dr^a Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof^a Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Prof^a Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof^a Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof^a Dr^a Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
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
Prof^a Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof^a Ma. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
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 Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
 Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
 Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
 Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
 Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
 Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
 Prof. Me. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
 Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
 Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
 Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
 Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
 Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
 Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
 Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
 Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
 Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
 Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
M514	<p>O meio ambiente sustentável 2 [recurso eletrônico] / Organizadoras Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos, Analya Roberta Fernandes Oliveira, Samia dos Santos Matos. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-5706-099-5 DOI 10.22533/at.ed.995201206</p> <p>1. Desenvolvimento sustentável. 2. Meio ambiente. 3. Sustentabilidade. I. Silva-Matos, Raissa Rachel Salustriano da. II. Oliveira, Analya Roberta Fernandes. III. Matos, Samia dos Santos.</p> <p style="text-align: right;">CDD 363.7</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
 Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “O Meio Ambiente Sustentável 2” possui 21 capítulos com temáticas importantes, que evidenciam a sustentabilidade como a condição de processo viável no presente e no futuro. Visando uma harmonia entre as necessidades de desenvolvimento e a preservação ambiental, sempre focando em não comprometer os recursos naturais das futuras gerações.

A sustentabilidade está atrelada à crescente demanda do avanço mundial, pelo surgimento da necessidade de ampliar estudos que apresentem alternativas de uso dos recursos presentes no ambiente de maneira responsável, sem comprometer os bens e os sistemas envolvidos. Buscando minimizar os impactos, desenvolver a responsabilidade ambiental e fortalecer o crescimento sustentável. Pensar em desenvolvimento aliado à sustentabilidade, envolve aspectos econômicos, sociais e culturais.

Dessa forma, as pesquisas científicas presentes na presente obra, explanam o emprego de sistemas sustentáveis através de levantamentos de consumo, leis, construção civil, economia, gerenciamento e educação ambiental, entre outros diversos fatores em progresso. Os autores esperam contribuir com conteúdos pertinentes para proporcionar auxílio técnico, científico e construtivo ao leitor, como também demonstrar que a sustentabilidade é uma ferramenta importante, tornando-se uma aliada do crescimento. Desejamos uma boa leitura!

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos

Analya Roberta Fernandes Oliveira

Samia dos Santos Matos

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
A RELEVÂNCIA DO CONSUMO SUSTENTÁVEL E DAS LEIS AMBIENTAIS PARA O EQUILÍBRIO DO PLANETA	
Camila Nobrega Oliveira Marinho Wagna Matos da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.9952012061	
CAPÍTULO 2	13
A SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL E NO PROCESSO DE LIMPEZA DE SUPERFÍCIES	
Marcelo Jose de Mura Jannini Aparecido Fujimoto Giovanna Siste de Almeida Aoki Nayara Messias Lima Antonio Severino Bento Junior Michelle Fernandes Araujo	
DOI 10.22533/at.ed.9952012062	
CAPÍTULO 3	25
LEVELIZED COST ANALYSIS: A TOOL FOR STUDYING ECONOMICAL VIABILITY OF NUCLEAR POWER PLANTS	
Alexandre F. Ramos Sophia Moura de Campos Vergueiro	
DOI 10.22533/at.ed.9952012063	
CAPÍTULO 4	33
RESPONSABILIDADE SOCIOAMBIENTAL CORPORATIVA: A ORGANIZAÇÃO EMPRESARIAL INTERNA À LUZ DA GESTÃO AMBIENTAL	
Camila Santiago Martins Bernardini Luciana de Souza Toniolli Carlos de Araújo Farrapeira Neto Raquel Jucá de Moraes Sales Fernando José Araújo da Silva Leonardo Schramm Feitosa Juliana Alencar Firmo de Araújo Débora Carla Barboza de Sousa Anderson Ruan Gomes de Almeida	
DOI 10.22533/at.ed.9952012064	
CAPÍTULO 5	47
AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO BIOGÁS PRODUZIDO A PARTIR DE DEJETOS BOVINOS, NO MUNICÍPIO DE PARAGOMINAS-PA	
Mauro Dias Souza Wellington Queiroz Ramos José Antônio de Castro Silva	
DOI 10.22533/at.ed.9952012065	
CAPÍTULO 6	57
CORRELAÇÕES E ANÁLISE DE TRILHA SOB MULTICOLINEARIDADE EM BIOMASSA FLORESTAL ARBÓREA	
Jonathan William Trautenmüller Juliane Borella	

Rafaelo Balbinot
Sérgio Costa Junior
Renata Reis de Carvalho

DOI 10.22533/at.ed.9952012066

CAPÍTULO 7 64

EROSÃO POR SALPICO COM CHUVA NATURAL E RESISTÊNCIA DO SOLO A PENETRAÇÃO EM LATOSSOLO VERMELHO-AMARELHO DO OESTE DA BAHIA, BRASIL

Joaquim Pedro Soares Neto
Ênio da Cunha Dias Magalhães
Heliab Bomfim Nunes
Leandro de Matos Barbosa
Raimundo Guedes de Almeida

DOI 10.22533/at.ed.9952012067

CAPÍTULO 8 75

EVALUACIÓN TÉRMICO-ENERGÉTICA DE UN PROTOTIPO DE VIVIENDA SUSTENTABLE CON MATERIALES RECICLADOS

Halimi Sulaiman
María Paz Sánchez Amono
Rosana Gaggino
Lautaro Oga Martínez

DOI 10.22533/at.ed.9952012068

CAPÍTULO 9 91

IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DOS INDICADORES DE RESPONSABILIDADE SOCIAL E AMBIENTAL PARA APLICAÇÃO EM ESTUDO DO ENVOLVIMENTO DAS INDÚSTRIAS DE COMPENSADO DO MUNICÍPIO DE GUARAPUAVA

Carlos Roberto Alves

DOI 10.22533/at.ed.9952012069

CAPÍTULO 10 105

INFLUÊNCIA DE FRAGMENTOS FLORESTAIS NO MICROCLIMA URBANO: ESTUDO DE CASO EM CUIABÁ-MT

Fernanda Miguel Franco
Arthur Guilherme Schirmbeck Chaves
Marta Cristina de Jesus Albuquerque Nogueira

DOI 10.22533/at.ed.99520120610

CAPÍTULO 11 119

O PAPEL DO CURSO DE ADMINISTRAÇÃO NA FORMAÇÃO DE GESTORES AMBIENTAIS

Diego Felipe Borges Aragão
Isadora Maria de Sousa Camarço
Luiza Beatrys Pereira dos Santos Lima
Francisco Lucas de Sousa
Ermínia Medeiros Macedo

DOI 10.22533/at.ed.99520120611

CAPÍTULO 12 130

PARQUE ALDEIA CONDÁ: UM PARQUE DO COTIDIANO PARA UMA CIDADE QUE COMPLETA 100 ANOS

Marc Gomes de Carvalho
César Pagano Galli
Leila Pereira Regina dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.99520120612

CAPÍTULO 13	159
PROPUESTA DIDÁCTICO- EXPERIMENTAL EN INGENIERÍA: ENSEÑANZA DE LA FÍSICA - TERMOMETRÍA- CALORIMETRÍA	
Darío Rodolfo Echazarreta Norma Yolanda Haudemand	
DOI 10.22533/at.ed.99520120613	
CAPÍTULO 14	172
SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL: CONTROLE ALTERNATIVO DE <i>Pachycoris torridus</i> SCOPOLI, 1772 (HEMIPTERA: SCUTELLERIDAE) COM <i>Azadirachta indica</i> A. JUSS. (MELIACEAE)	
Wellyngton Lincon Panerari Ramos Anelise Cardoso Ramos Bruno Vinicius Daquila Elton Luiz Scudeler Daiani Rodrigues Moreira Satiko Nanya Helio Conte	
DOI 10.22533/at.ed.99520120614	
CAPÍTULO 15	183
SUSTENTABILIDADE, CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO: UM ESTUDO EM COMUNIDADES DE UMA RESERVA EXTRATIVISTA DA AMAZÔNIA	
Marcelo Augusto Mendes Barbosa Aline Ramalho Dias de Souza Jacira Lima da Graça Joyce Anne de Oliveira Freire	
DOI 10.22533/at.ed.99520120615	
CAPÍTULO 16	196
TRILHAS INTERPRETATIVAS: RECURSO METODOLÓGICO PARA O ENSINO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL EM BARREIRAS/BA	
Maria Jamile de Queiroz Pereira Muriely dos Santos de Oliveira Rafael Guimarães Farias	
DOI 10.22533/at.ed.99520120616	
CAPÍTULO 17	209
DESIGNING THE TEMPORARINESS: ENVIRONMENTAL ISSUES	
Rossella Franchino Caterina Frettoloso Nicola Pisacane	
DOI 10.22533/at.ed.99520120617	
CAPÍTULO 18	220
DISCLOSURE AMBIENTAL E A SUSTENTABILIDADE EMPRESARIAL	
Francinildo Carneiro Benicio Antônio Vinícius Oliveira Ferreira Ana Luiza Carvalho Medeiros Ferreira Lennilton Viana Leal Anderson Lopes Nascimento Augusta da Rocha Loures Ferraz Rosilene Gadelha Moraes Maria do Socorro Silva Lages. Joyce Silva Soares de Lima	

Marianne Corrêa dos Santos
Auristela do Nascimento Melo
Diógenes Eldo Carvalho de Barbosa Sobrinho

DOI 10.22533/at.ed.99520120618

CAPÍTULO 19 238

ASPECTOS INSTRUMENTAIS DA LIDERANÇA COLABORATIVA EM APOIO A GESTÃO DA INOVAÇÃO EM RECICLAGEM

Jacira Lima da Graça
Raul Afonso Pommer Barbosa
Flávio de São Pedro Filho
Aline Ramalho Dias de Souza
Carlos Alberto Mendes Moraes
Marcos Vinícius Moreira
Marcelo Augusto Mendes Barbosa
Joyce Anne de Oliveira Freire

DOI 10.22533/at.ed.99520120619

CAPÍTULO 20 251

VIABILIDADE ECONÔMICA DE GERAÇÃO FOTOVOLTAICA NO AEROPORTO DE BELÉM-PA

Marco Valério de Albuquerque Vinagre
Ari Ricardo Sousa de Moraes
Leonardo Augusto Lobato Bello
Maria Lúcia Bahia Lopes
Alberto Carlos de Melo Lima

DOI 10.22533/at.ed.99520120620

CAPÍTULO 21 267

YOGA E CUIDADO DE SI: POR UMA CULTURA ECOLÓGICA, DE PAZ E NÃO-VIOLÊNCIA

Otávio Augusto Chaves Rubino dos Santos
Allene Carvalho Lage

DOI 10.22533/at.ed.99520120621

SOBRE AS ORGANIZADORAS..... 280

ÍNDICE REMISSIVO 281

VIABILIDADE ECONÔMICA DE GERAÇÃO FOTVOLTAICA NO AEROPORTO DE BELÉM-PA

Data de aceite: 01/06/2020

Marco Valério de Albuquerque Vinagre

Universidade da Amazônia, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente Urbano (UNAMA – PPDMU)
e-mail: valeriovinagre@gmail.com

Ari Ricardo Sousa de Moraes

Universidade da Amazônia, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente Urbano (UNAMA – PPDMU)
e-mail: ricardomoraes13@gmail.com

Leonardo Augusto Lobato Bello

Universidade da Amazônia, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente Urbano (UNAMA – PPDMU)
e-mail: lalbello1402@gmail.com

Maria Lúcia Bahia Lopes

Universidade da Amazônia, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente Urbano (UNAMA – PPDMU)
e-mail: marialucia.bahia@unama.br

Alberto Carlos de Melo Lima

Universidade do Estado do Pará, Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente (UEPA – PPCA)
e-mail: acmlima@gmail.com

RESUMO: Cada vez mais a questão energética está ganhando importância, uma vez que, no

cenário mundial há uma preocupação crescente com a escassez de combustíveis fósseis e com o aquecimento global. Nesse contexto, surgem diversos trabalhos que visam estudar formas de energias alternativas ou renováveis. O objetivo deste trabalho foi o de estudar um projeto de geração de energia fotovoltaica integrado à rede e analisar os indicadores econômico-financeiros para o Complexo Aeroportuário de Belém. O local foi escolhido por tratar-se de uma importante infraestrutura urbana, local de grande circulação e visibilidade, que poderá servir como vitrine para divulgação da energia solar entre os consumidores brasileiros, com o Estado atuando como um agente transformador do espaço urbano, aumentando sua sustentabilidade. Para analisar a viabilidade do projeto, foram analisados três diferentes cenários. O primeiro atendendo 100% do consumo, o segundo 85% e o terceiro 50%. O estudo revelou que a variação da relação geração/consumo não influencia os indicadores econômico-financeiros, os quais resultaram em período de retorno de sete anos e rentabilidade de 133%.

PALAVRAS-CHAVE: Energia renovável, energia solar, espaço urbano, aeroporto.

ABSTRACT: The energy issues is gaining

importance, for this reason, in the world there is growing concern about the scarcity of fossil fuels and global warming. In this context, several research aim to study forms of alternative or renewable energies. The objective of this work was to propose a photovoltaic power generation project integrated to the network and to analyze the economic and financial indicators for the Belem Airport Complex. The place was chosen for being a very important urban infrastructure and a place of great circulation and visibility and will serve as a showcase for the dissemination of solar energy among Brazilian consumers, with the State acting as an agent transforming urban space. In order to analyze the viability of the project, three different scenarios were analyzed. The first attending 100% of consumption, the second one 85%, and the third scenario, 50%. The study revealed that the variation of the generation / consumption ratio has little or no influence on economic and financial indicators, resulting in a payback of seven years and profitability of 133%.

KEYWORDS: Renewable energy, solar energy, urban space, airport.

1 | INTRODUÇÃO

Cada vez mais a questão energética está em debate, uma vez que, no cenário mundial há grande preocupação com a escassez do petróleo, do gás natural e do carvão mineral assim como com as mudanças climáticas ocasionadas pela queima destes combustíveis fósseis. Surgem assim, pesquisas e estudos técnicos, econômicos e de impactos socioeconômicos e ambientais de empreendimentos de energias alternativas ou renováveis voltados para o desenvolvimento de alternativas na produção de energia a partir de fontes renováveis (PACHECO, 2006).

Diferentemente da energia convencional, a energia renovável produz eletricidade sem utilizar combustíveis fósseis. Esses combustíveis fósseis tais como o carvão, petróleo e gás natural apresentam estoques limitados além de liberar gases poluentes durante a combustão ainda ocasionam degradação ambiental na sua extração. As fontes de energia renováveis produzem energia elétrica a partir de fontes com alta taxa de renovação e com menos emissão de gases poluentes e impacto ambiental.

Dentre as tecnologias que permitem a geração de energia elétrica na edificação, a tecnologia fotovoltaica (FV) é uma das mais incentivadas. Esta tecnologia permite a geração de energia elétrica diretamente da luz solar, através de lâminas de determinados materiais semicondutores instaladas em qualquer local ensolarado da edificação. A geração fotovoltaica não ocasiona ruído ou emissões de gases em seu funcionamento e necessita pouca manutenção. Os geradores fotovoltaicos podem ser instalados nas coberturas das edificações, local que comumente recebe maior insolação, com a instalação dos módulos ligados por cabos condutores até um equipamento (inversor) que converte a energia gerada na frequência e tensão da rede e conecta o gerador solar fotovoltaico ao sistema público de distribuição de energia elétrica (SANTOS, 2013).

Todo ano a Convenção das Nações Unidas para as Mudanças do Clima (*United Nations Framework Convention on Climate Change - UNFCCC*) realiza a COP – Conferência das Partes, com participação de todos os países signatários da Convenção. A COP 17, realizada em 2011, marcou o início de proposições práticas entre as partes para discussão de um acordo global para o clima. Naquele encontro, ficou definido que todos os membros deveriam chegar a um acordo final até 2015, na COP 21, sediada em Paris.

Já que a oportunidade de o Brasil investir nas energias renováveis é muito importante, o país juntou-se a mais de 190 nações na Conferência do Clima das Nações Unidas, na França, no final do ano de 2015, foi criado o Acordo de Paris (que substituiu o Protocolo de Quioto), onde os países se comprometeram a reduzir as mudanças climáticas e a evitar um aquecimento global superior a 1,5°C, com o intuito de possibilitar um futuro mais promissor para as próximas gerações. (GREENPEACE, 2015).

O Acordo de Paris marcou o fim do uso de combustíveis fósseis causadores do efeito estufa, e deu importância ao uso das energias renováveis, e o Brasil seguiu a tendência mundial, o governo brasileiro precisa desligar as usinas térmicas movidas a carvão e a gás. E deve expandir o mercado das novas energias renováveis, como a solar e a eólica. As hidrelétricas também são uma opção, contanto que não impactem os rios e florestas preservados, como na região amazônica. Diante do potencial de aproveitamento da energia do Sol e dos ventos no Brasil, essas são as fontes que devem receber mais atenção nos próximos anos (GREENPEACE, 2015). Sendo assim, as metas principais são: reduzir de 37% nas emissões até 2025, tendo como ponto de partida as emissões de 2005, e possível redução de 43% das emissões até 2030.

Para alcançar tais metas, uma série de indicações terão de ser seguidas em diversos setores da gestão pública dos recursos naturais até 2030, dentre elas:

- Atingir a participação de 45% de energias renováveis na matriz energética;
- Obter 10% de ganhos de eficiência no setor elétrico;
- Promover o uso de tecnologias limpas no setor industrial;
- Estimular medidas de eficiência e infraestrutura no transporte público e áreas urbanas.

A INDC (*Intended Nationally Determined Contributions*) é um documento com uma intenção de mudanças, ou seja, uma proposta ainda não oficializada e que no caso brasileiro possui um amplo escopo que inclui caminhos para a mitigação, adaptação e implementação.

Os esforços por parte do Brasil são equivalentes às contribuições das nações mais desenvolvidas e compreende as particularidades da realidade nacional, dessa forma o governo federal vem trabalhando no documento-base que irá subsidiar a elaboração de uma estratégia de implementação e financiamento da NDC brasileira.

Nesse sentido, a participação do setor empresarial é fundamental e vem alcançando o protagonismo nas discussões sobre a transição para a economia de baixo carbono, com destaque para os caminhos do financiamento climático, tema abordado exaustivamente na COP22.

As construções aeroportuárias são tipicamente grandes e ensolaradas, livres de sombreamento; as fachadas e os telhados, de maneira geral, podem acomodar os módulos fotovoltaicos. Os aeroportos, por possuírem tais características, aparecem como um grande potencial para a aplicação dos sistemas fotovoltaicos (BRAUN et al., 2010). Edifícios aeroportuários são exemplos de aplicação ideal de sistemas fotovoltaicos interligados à rede, onde picos de geração solar e consumo são muitas vezes coincidentes com a utilização de sistemas de ar refrigerado (BRAUN, 2007).

Um exemplo de sucesso é o Aeroporto Internacional de Cochin, no sul da Índia, que no ano de 2015, se tornou o primeiro do mundo a funcionar completamente com energia solar. O projeto desta grande usina de energia solar teve um custo próximo de U\$ 10 milhões e segundo Efe, diretor do aeroporto, o projeto se pagará em 5 anos. Nos 3 anos após a implantação do sistema solar fotovoltaico no aeroporto a geração de energia na Índia aumentou 12,87GW, só de geração distribuída de energia possui um total de 863 MW, aumentando sua capacidade a cada ano, devido aos programas de incentivo e fundos de financiamento do governo para adoção da tecnologia pela população (BLUE SOL, 2018).

Outros aeroportos pelo mundo também usam a energia solar como aliada a modernidade, como por exemplo, o Aeroporto Internacional de Düsseldorf na Alemanha que foi construído em apenas oito semanas, o imenso sistema de mais de 8 400 painéis de energia solar que abastece o Aeroporto Internacional de Düsseldorf usa uma área equivalente a seis campos de futebol. A partir do começo de 2012, os painéis entraram em funcionamento, e, apesar de não cobrir todas as necessidades energéticas do aeroporto, já é um excelente começo. Telas dispostas no aeroporto mostram quanta energia os painéis estão criando, e quanta poluição eles estão evitando.

Já o Aeroporto Internacional de Sacramento (EUA), onde o novo Terminal B do Aeroporto internacional de Sacramento, capital da Califórnia, foi projetado para ser eficiente ao máximo, usando um mínimo possível de energia. Controle de temperatura, iluminação ecológica e até uma planta de cogeração de energia, são algumas das inovações do Terminal. Também nos Estados Unidos, o Aeroporto Internacional de San José, no estado do Texas, foi inaugurado no ano de 2010 com o prédio com claraboias de 200 metros, com paredes de vidro para permitir a entrada de luz natural, além de um sistema solar fotovoltaico de geração energia. O terminal também é conhecido por suas áreas de assentos, com cadeiras com um sistema de ar condicionado que funciona apenas quando alguém está sentado nelas.

No Brasil, em estudo realizado por Braun *et al.* (2010), foram utilizadas diferentes

tecnologias fotovoltaicas integradas ao entorno construído de seis aeroportos brasileiros, nas cidades de Florianópolis, Brasília, São Paulo, Guarulhos e Rio de Janeiro, com o objetivo de analisar a contribuição energética da integração de sistemas fotovoltaicos à arquitetura de seus complexos aeroportuários. Nas simulações da integração dos sistemas foram utilizados dados de consumo energético mensais para um período de um ano, de cada aeroporto. O cálculo da geração solar fotovoltaica foi realizado com base na radiação solar para cada cidade e de acordo com a eficiência de cada tecnologia. Considerando a aplicação das diferentes tecnologias fotovoltaicas comercialmente disponíveis e sua aplicação nas coberturas dos terminais de passageiros, observa-se que, nos casos mais favoráveis, o total de energia gerada durante o ano poderia contribuir em média com 50% da energia utilizada pela edificação durante o mesmo período de tempo.

Segundo Corrêa (1999), o Estado é um dos agentes sociais que fazem e refazem o espaço urbano e atua também na organização espacial da cidade, refletindo e influenciando na dinâmica da sociedade da qual é parte constituinte. Para isso, o Estado dispõe de um conjunto de instrumentos que pode empregar em relação ao espaço urbano, um destes mecanismos é o investimento público na produção do espaço é a implantação de infraestrutura. Dessa forma, defende-se que a atuação do Estado é de fundamental importância para o incentivo à produção de energia elétrica de forma descentralizada.

2 | OBJETIVO

Estudar o uso da energia solar fotovoltaica no complexo aeroportuário de Belém e sua viabilidade técnico-econômica.

3 | METODOLOGIA

Neste trabalho são apresentadas as etapas e análises principais para estudo da viabilidade técnico-econômica do uso da geração fotovoltaico interligado à rede de distribuição da concessionária para o complexo aeroportuário de Belém-PA, situado na Amazônia brasileira, e tem como objetivo principal analisar os impactos da relação geração/consumo nos indicadores econômico-financeiros.

No Brasil, o órgão que regulamenta as concessionárias de distribuição de energia e que normatiza a micro e mini geração de energia fotovoltaica é a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). O Aeroporto Internacional de Belém é atendido pela concessionária de energia Centrais Elétricas do Pará (CELPA) e não participa do mercado livre de energia.

Para o presente estudo, foi utilizado o software Radasol 2 para fazer a manipulação de dados de radiação solar local. O Radasol é um software gratuito desenvolvido pelo Laboratório de Energia Solar da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (LABSOL).

As plantas do local foram cedidas pela Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária (INFRAERO).

3.1 Área de estudo

A cidade de Belém é muito procurada por suas belezas naturais, fauna, flora, frutas exóticas e sua culinária original e única e possui várias opções de transporte fluvial que interliga a cidade a outros estados e municípios. Mas são os aeroportos da região amazônica que têm papel fundamental na integração nacional, aproximando pessoas de lugares onde o acesso é bastante difícil ou quase inexistente.

A Figura 1 apresenta o potencial solar brasileiro e a localização da cidade de Belém do Pará, Brasil. O complexo do Aeroporto Internacional de Val-de-Cans está localizado na cidade de Belém, estado do Pará, Brasil, nas coordenadas geográficas de 01°22'45"S, 48°28'35"W.

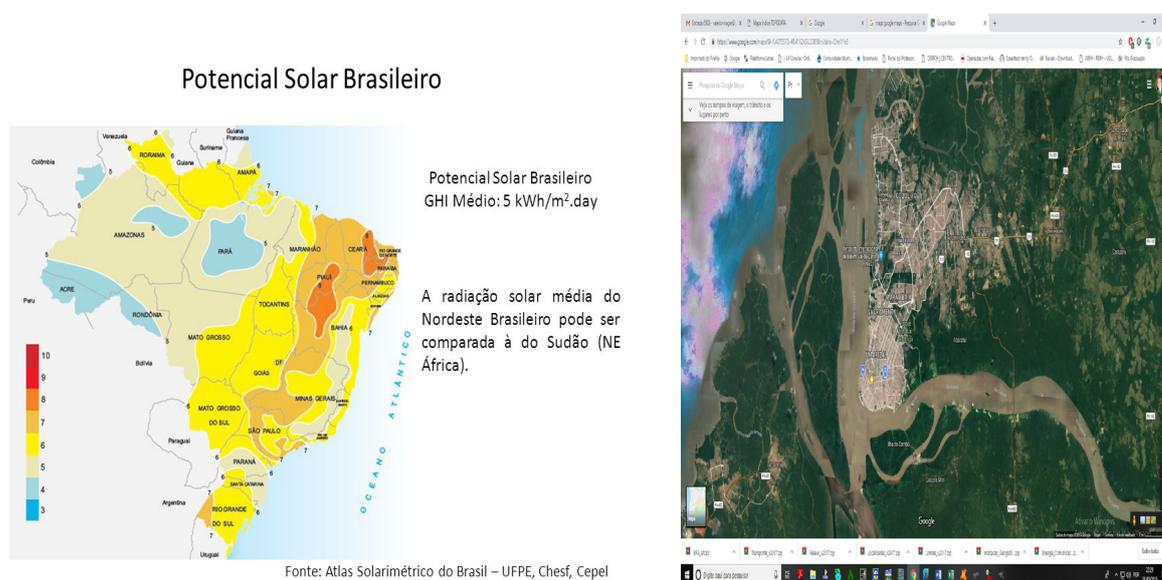


Figura 1. Potencial Solar do Brasil e localização do Aeroporto de Belém

Fonte: CEPEL (2000), e Googlemaps (2019)

O crescente turismo regional eleva ainda mais a procura pelo Aeroporto Internacional de Belém – Val-de-Cans – Júlio Cezar Ribeiro que apresenta uma arquitetura futurista projetada para aproveitar a iluminação natural de Belém do Pará. Possui um espelho d'água com fonte capaz de imitar o barulho das chuvas e é decorado com plantas típicas da Amazônia (INFRAERO, 2017).

Esse Aeroporto possui cerca de 33.000 m² de área, sendo aproximadamente 4.740 m² a área disponível para a instalação dos módulos, que representa a área de estacionamento do terminal aeroportuário, conforme ilustra a Figura 2.

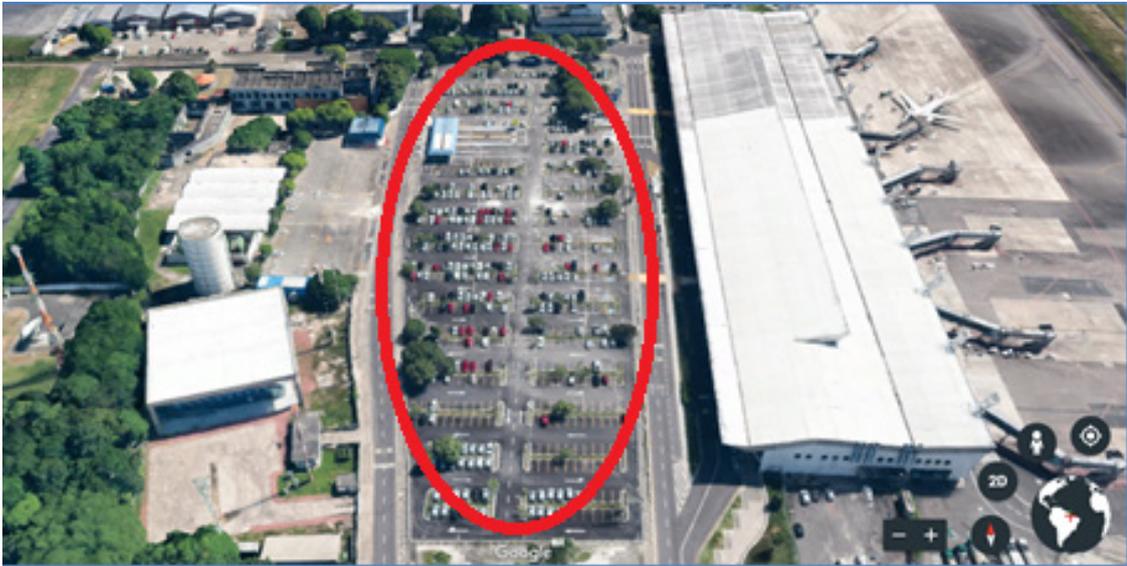


Figura 2. Aeroporto Internacional de Belém e a área disponível.

Fonte: Google Earth, 2017.

Neste estudo escolheu-se a área de estacionamento devido a facilidade de instalação e manutenção e com a geração perto do ponto de consumo, reduzindo assim, as perdas de energia. Além disto também permite a instalação sobre estruturas metálicas para posicionamento dos painéis solares.

O Aeroporto Internacional de Belém – Júlio Cezar Ribeiro, está localizado no município de Belém do Pará sendo o principal aeroporto do Estado, ocupando atualmente a 14^a posição a nível nacional. Segundo dados do Anuário do Transporte Aéreo (ANAC, 2016) na região norte, embarcaram cerca de 4,8 milhões de passageiros no ano de 2016 dos quais 1,5 milhão somente no Aeroporto Internacional de Belém, fazendo com que este ocupe a primeira posição em embarque de passageiros de toda a região norte, sendo a principal porta de entrada da Amazônia brasileira. A Figura 3 mostra o Aeroporto de Belém-PA.

3.2 Irradiação Solar e Inclinação dos Módulos

Para obter os dados de radiação solar é necessário obter a latitude e a longitude do local de estudo. Após obter a latitude e longitude, obteve-se a irradiação global utilizando-se a base de dados do Atlas Solarimétrico do Brasil que ao inserir os dados da latitude e longitude gera um relatório de onde extraem-se a irradiação em kWh/m²/dia. Os números revelam a quantidade de energia solar que chega no local por metro quadrado em um dia daquele determinado mês. A partir da obtenção do histórico das medições de radiação solar para uma determinada localização, da componente difusa e direta é possível realizar um estudo de viabilidade para um projeto de geração fotovoltaica conectada à rede com o objetivo de garantir o máximo aproveitamento do sistema. Após a obtenção da irradiação global horizontal foi necessário obter a irradiação para ângulos diversos pois o Atlas

Solarimétrico fornece apenas a irradiação horizontal, ou seja, para uma inclinação igual a 0°, para isso foi utilizado o software RADIASOL. Na Figura 3 apresenta-se uma tela do programa.

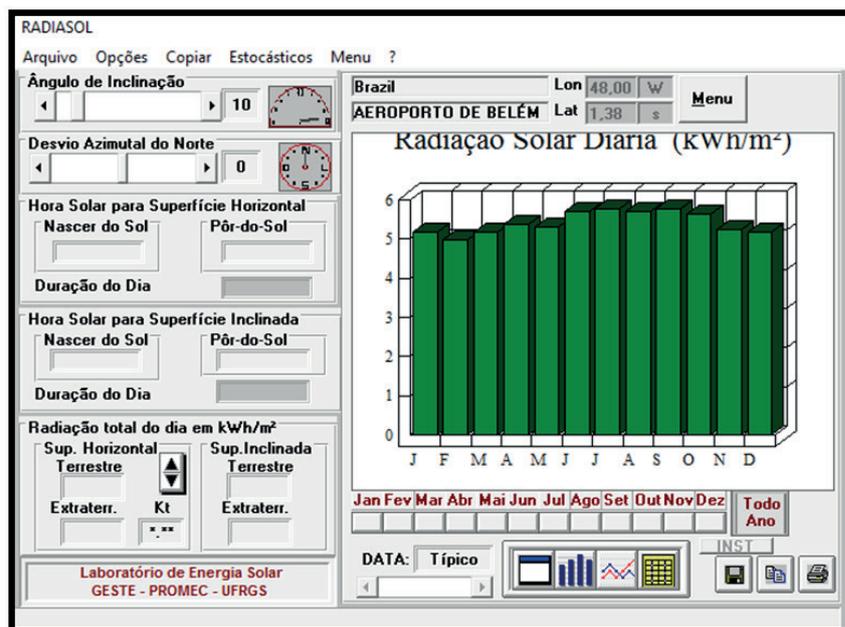


Figura 3. Tela do software RADIASOL

Fonte: RADIASOL, 2017.

3.3 Dimensionamento do sistema nos horários de melhor irradiância

A área escolhida para a colocação dos módulos fotovoltaicos foi o estacionamento do complexo aeroportuário de Belém, sempre em locais sem sombreamento, principalmente nos horários considerados de maior irradiância, compreendido entre 9:30 e 15:30, conforme Figura 4.

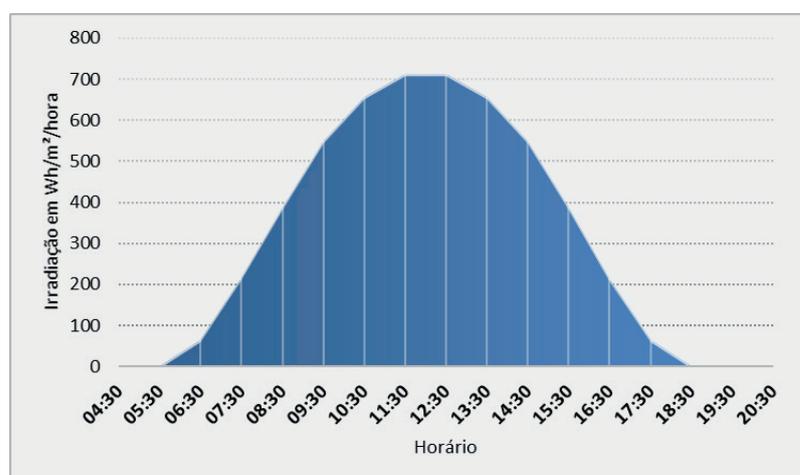


Figura 4. Irradiância em $\text{Wh}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{hora}^{-1}$ em um dia médio de janeiro

Fonte: RADIASOL (2017)

3.4 Descrição do projeto de cobertura fotovoltaica

A escolha dos aparatos fotovoltaicos utilizados no projeto, tanto de painéis quanto inversores, tem como critério o atendimento a Resolução Normativa 482 da ANEEL. Os painéis são homologados e os inversores possuem a certificação da ABNT. Além disso foram escolhidas marcas líderes de mercado, para facilitar a implantação do projeto.

Dentre as tecnologias disponíveis foi escolhido os painéis rígidos, pois além do seu preço ser menor, quando comparado com outras tecnologias, também são as mais fáceis de instalar pois é a tecnologia mais utilizada no mercado brasileiro. O módulo escolhido foi o de silício policristalino por possuir uma eficiência energética adequada e um menor custo em relação ao silício monocristalino. Atualmente o INMETRO autoriza apenas as tecnologias de silício policristalino, monocristalino e filmes finos.

As características dos módulos escolhidos para compor o sistema foram extraídas do manual do fabricante. A fabricante é canadense e se chama *Canadian Solar*, modelo CS6K, policristalino, de potência nominal de 265 Wp. Cada placa terá a dimensão de 1650x992x40mm, com 60 células, protegidas por uma tampa frontal de 3,2 mm de vidro temperado, moldura em liga de alumínio anodizado, chegando a pesar 18,2 Kg. O inversor escolhido no estudo foi o SW500 da WEG.

As células fotovoltaicas presentes nos módulos geradores, independentemente do material utilizado, possuem uma degradação natural que afeta a eficiência e o rendimento global do módulo. Segundo Jordan e Kurtz (2013), esta perda é inevitável e contribui para a redução gradual do desempenho ao longo dos anos. Estima-se um decaimento médio anual de 0,8%. Além disso os módulos, mesmo feitos pelo mesmo fabricante, apresentam pequenas diferenças entre si. Neste trabalho adotou-se uma perda de 7,5%.

Com a elevação da temperatura das células fotovoltaicas, ocorre uma significativa redução na tensão e um mínimo aumento na corrente fotogerada, resultando na diminuição da potência fornecida pelo sistema. Esse efeito é acentuado durante o verão e se agrava quando a instalação se situa em edificações onde possa haver redução na ventilação do painel (GEHRING; LOPES; DALMOLIN, 2015). Segundo Almeida (2012), normalmente a potência do gerador FV utilizando tecnologia silício cristalina decai entre 0,3 e 0,4 % a cada 1°C acima da temperatura padrão de testes dos módulos FV de 25°C. Neste As perdas devido a temperatura varia de 3% a 6%, para fins de dimensionamento, devido às elevadas temperaturas no local de estudo neste trabalho a perda por este quesito será considerada 5%.

Inversores com baixa eficiência são responsáveis por grande parte de perdas de um sistema fotovoltaico que podem chegar até 15%. Além disso, mesmo inversores eficientes apresentam baixo rendimento quando operam com frações pequenas da potência nominal. Inversores modernos normalmente possuem perdas menores, pois apresentam eficiência elevada para uma grande faixa de operação. Como no estudo em questão o inversor é de

boa qualidade e está bem dimensionado colocou-se uma perda 1,5% (ALMEIDA, 2012).

Ao dimensionar um sistema fotovoltaico o sombreamento deve ser evitado, uma vez que este fator é o que mais pode interferir negativamente no rendimento do módulo, a perda pode ser de 0 a 100%. Como no local de estudo o módulo será instalado em um local sem sombreamento, sem edificações próximas a perda foi considerada 0.

Um outro fator que acarreta na perda de rendimento de um sistema fotovoltaico é o acúmulo de sujeira nos módulos fotovoltaicos, que pode gerar uma perda de 2% a 25%. Uma medida simples e que ajuda a evitar perdas na geração é a limpeza dos módulos fotovoltaicos. Assim como o sombreamento parcial, causado por fatores diversos, o acúmulo de poeira também causa perda na eficiência e pode ser prejudicial ao rendimento do gerador. Os módulos são fabricados para serem auto limpantes, então, como na cidade do local de estudo as chuvas são bem frequentes decidiu-se por colocar uma perda mínima de 2%. (GEHRING; LOPES; DALMOLIN, 2015)

As perdas foram consideradas nesta pesquisa segundo Miranda (2014) e totalizaram 25%, ou seja, a taxa de desempenho adotada foi de 75%.

3.5 Modelo Arquitetônico

O projeto proposto prevê a instalação de uma estrutura metálica sobre as vagas de estacionamento do complexo aeroportuário de Belém. A disposição atual das vagas demarcadas será mantida, cada vaga possui uma metragem de 2,50 m por 5,00 m, separadas por faixas de 5 cm. O modelo arquitetônico pode ser visto na Figura 5.



Figura 5. Modelo arquitetônico proposto

Fonte: Siqueira (2017)

Observa-se na Figura 6 que a aplicação de painéis fotovoltaicos proporcionando cobertura aos veículos estacionados, que contribuirão para uma menor temperatura interna dos veículos estacionados pela proteção da incidência solar durante o período

diurno.

3.6 Análise Econômica e Financeira

Para fazer o dimensionamento do sistema fotovoltaico integrado à rede foram feitos 3 cenários para encontrar-se a relação produção e consumo ideal a partir de uma análise econômica financeira. No cenário 1 foi proposto atender 100% do consumo, já no cenário 2 a proposta era atender 85% da demanda e no cenário 3, atender 50%.

Para fazer o levantamento do custo de instalação do sistema fotovoltaico foi utilizado como base o Relatório Alvorada, publicado pelo GREENPEACE BRASIL (2015), que informa que o custo de implantação do sistema instalado é de R\$7,85/Wp.

No presente trabalho serão utilizados os seguintes indicadores econômicos: Período de retorno, Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno (TIR).

A Taxa interna de retorno (TIR) é chamada também de taxa esperada, pois é a taxa de juros projetada no fluxo de caixa encontrada para o fluxo de caixa do projeto de investimento analisado (BISCHOFF, 2013).

O Método do *Payback* calcula o tempo necessário para que o investimento inicial seja recuperado, sendo muito difundido em virtude de sua fácil aplicação e interpretação (BISCHOFF, 2013).

O método do Valor Presente Líquido (VPL) estabelece que se ele for maior que zero, então o projeto deverá ser aceito, pois todo capital investido será recuperado acrescido da remuneração pela taxa mínima de atratividade, se o VPL for menor que zero, o projeto deverá ser rejeitado, pois o capital investido não será recuperado e se o VPL for igual a zero, é indiferente aceitar ou não o projeto.

A Rentabilidade é calculada pelo quociente entre o VPL acumulado e o Investimento inicial, subtraído da unidade e colocado sob a forma de percentual (Duarte, 2009). Quanto maior a rentabilidade, mais atrativo torna-se o empreendimento, segundo Hirschfeld(1989).

4 | RESULTADOS

4.1 Irradiação solar, inclinação e orientação dos módulos

O Aeroporto localiza-se na latitude $-1,38^\circ$ de e uma longitude de $-48,48^\circ$. A partir desta informação encontrou-se os valores da irradiação extraídos do Atlas Solarimétrico do Brasil. Com isso obteve-se uma irradiação média de $5,25 \text{ kWh.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$. Com os dados da Irradiação média diária foi possível calcular a irradiação média mensal, multiplicando pelo número de dias de cada mês.

A inclinação ideal das placas deve ser igual a latitude local de $1,38^\circ$, entretanto, segundo Villalva e Gazoli (2012), não deve ser utilizada inclinação menor que 10° , com o intuito de evitar o acúmulo de sujeira ou água sobre os módulos, fazendo com que

a captação da energia solar seja prejudicada. Uma inclinação igual ou acima de 10° proporciona a autolimpeza da placa a partir da água da chuva. Adotou-se então, uma inclinação de 10°. Como o Aeroporto de Belém está no Hemisfério Sul, a orientação adotada foi de 0°N.

4.2 Consumo

O consumo de energia foi fornecido pela INFRAERO, sendo que o Aeroporto de Belém é alimentado através de 7 (sete) unidades consumidoras pela concessionária de energia elétrica CELPA. Foi escolhida a unidade consumidora de baixa tensão de maior consumo, com um consumo anual de 99.529,00 kWh.

4.3 Dimensionamento do sistema fotovoltaico conectado à rede

De acordo com o fabricante do módulo fotovoltaico, quando exposto a uma irradiância de 800 W/m², temperatura de 20°C e vento de 1m/s chegam a uma temperatura de até 46°C que é a temperatura nominal de operação da célula. Como o local de estudo atinge até 34°C, para fins de dimensionamento foi utilizada uma temperatura de operação de 60°C. Esse dado é muito importante para o cálculo das perdas do sistema, uma vez que o aumento da temperatura além da de STC, que é de 25°C, provoca uma perda na eficiência do módulo fotovoltaico. O fabricante informa a perda de -0,41%/°C.

O dimensionamento do sistema fotovoltaico foi feito a partir dos dados de consumo do local do estudo, das características do módulo fotovoltaico, do inversor, da irradiação, sendo a área disponível no estacionamento do Complexo Aeroportuário de Belém para implantação dos módulos fotovoltaicos é de 4.813,12 m², considerando-se três cenários segundo a relação geração/consumo de 100%, 85% e 50% de maneira a se estudar a influência dessa relação sobre os indicadores econômicos.

Na Tabela 1 pode-se ver a análise econômico-financeira do Cenário 1.

Ano	GERAÇÃO		RECEITAS	DESPESAS		FLUXO DE CAIXA		
	Geração Útil (kWh)	Tarifa (R\$/kWh)	Reembolso (R\$)	CAPEX (R\$)	OPEX (R\$)	FC Anual (R\$)	FC Descontado (R\$)	FC Acumulado (R\$)
0	-	0,81	-	499.260,00	-	499.260,00	-499.260,00	499.260,00
1	93.956,49	0,89	83.597,10	-	- 2.496,30	81.100,80	73.728,00	425.532,00
2	91.607,58	0,98	89.657,89	-	- 2.745,93	86.911,96	71.828,07	353.703,93
3	90.966,33	1,08	97.933,32	-	- 3.020,52	94.912,80	71.309,39	282.394,54
4	90.329,56	1,18	106.972,56	-	- 3.322,58	103.649,99	70.794,34	211.600,20
5	89.697,26	1,30	116.846,13	-	- 3.654,83	113.191,30	70.282,89	141.317,31
6	89.069,38	1,43	127.631,03	-	- 4.020,32	123.610,71	69.775,03	71.542,29
7	88.445,89	1,58	139.411,37	-	- 4.422,35	134.989,03	69.270,71	2.271,57
8	87.826,77	1,73	152.279,04	-	- 4.864,58	147.414,46	68.769,93	66.498,36
9	87.211,98	1,91	166.334,40	-	- 5.351,04	160.983,36	68.272,66	134.771,02
10	86.601,50	2,10	181.687,06	-	- 5.886,14	175.800,92	67.778,86	202.549,89
11	85.995,29	2,31	198.456,78	-	- 6.474,76	191.982,02	67.288,53	269.838,41
12	85.393,32	2,54	216.774,34	-	- 7.122,24	209.652,11	66.801,62	336.640,03
13	84.795,57	2,79	236.782,61	-	- 7.834,46	228.948,15	66.318,12	402.958,16
14	84.202,00	3,07	258.637,65	-	- 8.617,90	250.019,74	65.838,01	468.796,17
15	83.612,58	3,38	282.509,90	-	- 9.479,70	273.030,21	65.361,26	534.157,43
16	83.027,30	3,72	308.585,57	-	- 10.427,66	298.157,90	64.887,85	599.045,28
17	82.446,11	4,09	337.068,01	-	- 11.470,43	325.597,58	64.417,75	663.463,03
18	81.868,98	4,50	368.179,39	-	- 12.617,47	355.561,92	63.950,94	727.413,96
19	81.295,90	4,95	402.162,35	-	- 13.879,22	388.283,13	63.487,39	790.901,36
20	80.726,83	5,44	439.281,93	-	- 15.267,14	424.014,79	63.027,10	853.928,45
21	80.161,74	5,99	479.827,66	-	- 16.793,86	463.033,80	62.570,02	916.498,47
22	79.600,61	6,58	524.115,75	-	- 18.473,24	505.642,51	62.116,15	978.614,62
23	79.043,40	7,24	572.491,63	-	- 20.320,57	552.171,06	61.665,45	1.040.280,07
24	78.490,10	7,97	625.332,61	-	- 22.352,63	602.979,99	61.217,90	1.101.497,97
25	77.940,67	8,76	683.050,81	-	- 24.587,89	658.462,92	60.773,49	1.162.271,46

Tabela 1. Análise econômico-financeira do Cenário 1

Fonte: Dados da pesquisa (2018)

O custo de implantação do projeto foi orçado em R\$499.260,00. Na coluna de Geração é possível visualizar-se duas colunas, a coluna geração útil que fornece a geração anual, que vai diminuindo em relação ao tempo, devido à degradação dos módulos fotovoltaicos e a coluna Tarifa, que apresenta o valor da tarifa, que neste trabalho sofre um reajuste de 10% ao ano.

A coluna de Receitas representa o quanto foi economizado em virtude da energia gerada, já as Despesas são formadas pelo *Capital Expenditure* (CAPEX) de R\$499.260,00, que é a despesa de capital, que nada mais é do que o capital investido pela empresa para adquirir um bem físico, que neste caso é o Sistema Fotovoltaico. E pelo *Operational*

Expenditure (OPEX) que se refere às despesas operacionais, tais como os custos de manutenção, custos esses que também estão calculados sofrendo um reajuste de 10% ao ano.

Já na categoria Fluxo de caixa, a coluna FC anual representa a soma das receitas e despesas, o FC Descontado nada mais é que o FC Anual descontado da Taxa Mínima de Atratividade (TMA), já o FC acumulado é a soma do FC Descontado do ano vigente com a posição do FC Acumulado do ano anterior.

5 | DISCUSSÕES

A Tabela 2 apresenta sinteticamente o comparativo entre os três cenários.

<i>Cenário</i>	<i>Geração/consumo (%)</i>	<i>Investimento (R\$)</i>	<i>Payback</i>	<i>TIR</i>	<i>Rentabilidade</i>
1	100	499.260,00	5 anos e 2 meses	24,59%	132,79%
2	85	416.050,00	5 anos e 2 meses	24,69%	134,63%
3	50	249.630,00	5 anos e 2 meses	24,69%	134,63%

Tabela 2. Comparativo Econômico entre os três cenários

Fonte: Autores (2018)

Pode-se notar que a relação geração/consumo não afeta de maneira significativa os indicadores econômicos, pois apesar do Investimento entre os três cenários serem bastante diferentes, os tempos de retorno, a taxa interna de retorno e a rentabilidade são praticamente iguais. Para o caso estudado os Cenários 1, 2 e 3 se mostraram equivalentes quanto à variação dos indicadores econômico-financeiros em função da relação geração/consumo, demonstrando que essa relação não influencia esses indicadores, observando-se apenas o valor da demanda contratualmente fixada, e assim o investidor pode escolher essa relação geração/consumo com base no valor de investimento inicial mais adequado a seu empreendimento.

6 | CONCLUSÕES

Complexos aeroportuários possuem grande demanda energética devido à utilização de equipamentos de ar refrigerado tornando o complexo um importante ponto potencial de geração distribuída.

Com base nos resultados obtidos em estudo de viabilidade técnico-econômica ao uso de geração de energia elétrica através de módulos fotovoltaicos integrados à rede no Complexo Aeroportuário de Belém do Pará, pode-se observar que as principais vantagens

com a instalação são:

- Proteção do consumidor contra oscilações nas tarifas da energia consumida da rede;
- Grande potencial de exploração de energia solar, pelo fato de o Brasil estar situado em uma zona tropical e apresentar altos níveis de irradiação solar, o que o coloca em vantagem com relação a outros países que já utilizam a tecnologia em larga escala, mesmo não possuindo os mesmos atributos territoriais.
- Utilização de energia limpa e renovável;
- Menor custo de investimento com transmissão e distribuição de energia elétrica.
- O marketing verde ou ambiental, que vai vincular a empresa à uma imagem ecologicamente consciente;
- É um sistema modular, ou seja, caso haja necessidade de aumentar a demanda, basta ampliar com mais arranjos de módulos e inversores.
- Sua implantação como projetos vitrines, em locais de grande circulação de pessoas, estimula a reflexão das pessoas e potencializa efeito multiplicador.

Ao comparar-se os Cenários 1, 2 e 3 se mostraram equivalentes quanto à variação da relação geração/consumo aos indicadores econômico-financeiros, devendo então o investidor definir qual o melhor cenário com base nos valores de investimento inicial. Ou seja, a variação do percentual de atendimento do consumo não causou variações significativas dos indicadores financeiros.

Finalmente, este trabalho pretende incentivar a produção de energia renovável e sustentável de forma descentralizada uma vez que os indicadores econômico-financeiros se mostraram bastante favoráveis.

REFERÊNCIAS

Almeida, M. P. (2012). **Qualificação de Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede**. São Paulo: USP. Disponível em: <http://www.iee.usp.br/lfs/sites/default/files/Mestrado_Marcelo_Pinho_Almeida.pdf>.

BRASIL. INFRAERO (2017). **Aeroporto Internacional de Belém - Val-de-Cans - Júlio Cezar Ribeiro**. Disponível em: <<http://www4.infraero.gov.br/aeroportos/aeroporto-internacional-de-belem-val-de-cans-julio-cezar-ribeiro/sobre-o-aeroporto/historico/>>.

Braun, P.; Jardim, C. S.; Rütther, R. (2007). Análise da Contribuição Energética de Sistemas Fotovoltaicos Integrados em Edificações: Aeroporto Internacional de Florianópolis, Um Estudo de Caso. Enac.

Braun, P.; Santos, I. P.; Zomer, C. D.; Rütther, R. (2010). A integração dos sistemas solares fotovoltaicos em seis aeroportos brasileiros utilizando diferentes tecnologias de células solares. Revista Brasileira de Energia Solar Volume 1 Número 1 Setembro de 2010 p. 12-22.

Corrêa, R. L. (1999). O Espaço Urbano. São Paulo: Editora Ática. 4a edição.

Duarte, A.R.C.L. (2009). Análise de parâmetros de sustentabilidade para geração de energia elétrica com óleo vegetal em comunidades isoladas na Amazônia. Tese de D.Sc. em Engenharia Elétrica, UFPA, Belém, PA, Brasil.

Gehring, A. A.; Lopes, L. F. S.; Dalmolin, R. S. (2015). **Sistemas fotovoltaicos conectados à rede**: acompanhamento dos índices de mérito no escritório verde da UTFPR e análise da viabilidade econômica de implantação em residências. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Industrial Elétrica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/3885/1/CT_COELE_2014_2_10.pdf>.

GREENPEACE BRASIL. (2015). **Alvorada**: Como o incentivo à energia solar fotovoltaica pode transformar o Brasil. 28 p. Disponível em: <http://m.greenpeace.org/brasil/Global/brasil/documentos/2016/Relatorio_Alvorada_Greenpeace_Brasil.pdf>.

Jordan, D. C., Kurtz, S. R., 2013. Photovoltaic Degradation Rates—an Analytical Review. Progress in Photovoltaics: Research and Applications, 21, pp. 12-29.

Miranda, A. B. C. M. (2014). Análise de viabilidade econômica de um sistema fotovoltaico conectado à rede. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Engenharia Elétrica). Rio de Janeiro: UFRJ.

Pacheco, F. (2006). Energias Renováveis: breves conceitos. Conjuntura e Planejamento, Salvador, v. 149, n. 1, p.4-11, 01 out. 2006. Disponível em: <file:///C:/Users/26146528/Downloads/Conceitos_Energias_renovaveis.pdf>.

Santos, Í. P. (2013). **Desenvolvimento de ferramenta de apoio à decisão em projetos de integração solar fotovoltaica à arquitetura**. 278 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, Brasil.

Siqueira, M. R. C. (2017). Viabilidade econômica da instalação de energia fotovoltaica em um aterro sanitário: um estudo de caso em Marituba-Pará. Trabalho de Conclusão (Engenharia Ambiental). Universidade da Amazônia. Belém, Brasil.

Villalva, M. G.; Gazoli, J. R. (2012). Energia solar fotovoltaica: conceitos e aplicações - sistemas isolados e conectados à rede. -. São Paulo: Editora Érica.

Tiba, C. *et al.* (2000). Atlas Solarimétrico do Brasil: banco de dados terrestres. Recife: UFPe.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Administração 35, 99, 119, 121, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 137, 220, 221, 224, 236, 242, 244, 248, 249, 250, 267

Aeroporto 251, 254, 255, 256, 257, 261, 262, 265

Amazônia 55, 183, 184, 185, 189, 190, 191, 193, 194, 220, 251, 255, 256, 257, 265, 266

Aprendizagem 13, 17, 22, 196, 197, 198, 199, 239, 240, 242, 243, 245, 246, 249

Áreas Verdes 105, 107, 112, 113, 117, 132

Atributos do solo 64

B

Balanço Social 92, 95, 96, 99, 103, 104, 236

Biodigestores 47, 48, 50, 56

Biogás 47, 48, 49, 50, 51, 52, 54, 55, 56

Biomassa 47, 48, 49, 50, 55, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63

Biomassa florestal 49, 57, 58

Biopesticida 173

C

Calorimetria 159

Clima Urbano 105, 106, 116, 118

Combustível nuclear usado 26

Compactação do solo 64, 71, 202

Compensado 91

Conduta Sustentável 34

Construção Civil 13, 14, 15, 16, 17, 21, 23, 93, 200, 206

Consumo 1, 10, 11, 14, 15, 16, 19, 20, 35, 41, 76, 81, 82, 84, 85, 86, 87, 95, 102, 121, 122, 127, 135, 168, 193, 201, 224, 229, 251, 254, 255, 257, 261, 262, 264, 265, 274, 278

Consumo energia 14

Controle alternativo 172, 174

Cooperativa de recicláveis 239, 246

Correlação de Pearson 57

Cuidado de si 267, 268, 269, 274, 275, 276, 279

Cultura Ambiental 34, 44, 45

Cultura de paz 267, 268, 271, 276, 278, 279

D

Degraded areas 210, 213
Dejetos bovinos 47, 48
Desagregação do solo 64, 65, 69, 71, 72
Disclosure ambiental 220, 223
Diseño bioclimático 75, 76, 77, 78, 81, 87
Divulgação Ambiental 221, 223

E

Ecologia 199, 267, 268, 273, 274, 276, 278, 279
Ecosystem quality 209, 210
Educação 1, 10, 11, 20, 24, 38, 42, 105, 119, 121, 122, 123, 126, 128, 129, 139, 156, 192, 196, 197, 198, 199, 200, 207, 208, 267, 268, 270, 274, 275, 278, 279
Efeitos diretos e indiretos 57, 58, 59, 60, 61
Energia renovável 251, 252, 265
Energia Solar 251, 254, 255, 257, 262, 265, 266
Ensino 14, 16, 120, 125, 126, 127, 128, 129, 192, 193, 196, 197, 199, 200, 207, 244, 245, 246, 248, 267
Envolventes 75, 76, 90
Erosão 64, 65, 66, 69, 70, 73, 74, 202
Espaço Urbano 117, 132, 133, 205, 251, 255, 265
Estrategias de enseñanza 159
Extrativismo 183, 184, 185, 191, 193, 194

F

Floresta Estacional Decidual 57, 59, 63
Fotovoltaica 251, 252, 255, 257, 259, 266
Fragmentos florestais 105

G

Gás Metano 47, 49, 51
Gestão 26, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 42, 43, 44, 45, 46, 49, 92, 95, 103, 104, 119, 120, 122, 123, 125, 126, 127, 128, 129, 137, 183, 185, 194, 234, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 247, 248, 249, 250, 253
Gestão Ambiental 26, 33, 34, 35, 36, 37, 39, 40, 42, 43, 44, 45, 46, 103, 119, 120, 122, 123, 126, 127, 128, 129, 236
Gestores ambientais 119, 123

H

Hemiptera 172, 173, 179, 180, 181, 182

I

Índice de Sustentabilidade Empresarial 221, 222, 227, 236

Inovação 15, 122, 173, 188, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 247, 248, 249

Inseto-praga 173

J

Jatropha curcas 173, 174

L

Latossolo Vermelho-Amarelo 64

LCOE 25, 26, 27, 31

Leis ambientais 1, 6, 11

M

Materiales reciclados 75, 78, 79

Microclima Urbano 105

Morfologia 172, 173, 174, 175, 176, 177, 179

Multicolinearidade 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63

N

Não-violência 267, 269, 271, 272

Nim 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181

P

Parques 117, 130, 131, 132, 133, 138, 140, 141, 145, 156, 244

Planejamento Urbano 131, 132, 133, 157

Planeta 1, 3, 6, 7, 9, 11, 95, 130, 224, 227, 248, 269, 273, 274

Política públicas 14

Práticas sustentáveis 33, 34, 35, 43, 44, 119, 124, 125, 126, 127, 128

Problemas Integradores 159, 171

R

Reciclagem 1, 8, 9, 11, 26, 229, 238, 242, 245, 246, 247, 249, 250, 274

Reciclagem e Legislação 1

Recurso metodológico 196, 198, 207

Relatórios de Sustentabilidade 97, 221, 223, 227, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235
Reservas Extrativistas 183, 184, 185, 188, 189, 191, 194
Resíduos reciclados 75, 76, 78
Responsabilidade Socioambiental 33, 36, 37, 41, 43, 44, 91, 92, 93, 94, 95, 103
Revitalização 131, 149, 156
Roteiro interpretativo 196

S

Saneantes Domissanitários 14, 15, 17, 18, 19, 21
Setor Privado 34, 45
Silvicultura Urbana 105
Simulación térmico energética 75, 76
Socioambiental 33, 36, 37, 41, 43, 44, 91, 92, 93, 94, 95, 98, 103, 199, 225, 243, 248
Sustentabilidade 1, 2, 3, 5, 7, 8, 10, 11, 13, 14, 15, 20, 21, 23, 24, 38, 39, 40, 45, 74, 91, 92, 95, 97, 102, 103, 104, 119, 120, 121, 122, 123, 126, 127, 128, 129, 172, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 191, 193, 194, 197, 198, 207, 220, 221, 222, 223, 224, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 241, 251, 265, 274
Sustentabilidade ambiental 7, 11, 13, 15, 45, 122, 172, 227

T

Temporariness 209
Teor de água no solo 64, 71
Térmico-energética 75, 90
Termometría 159
Trabajo experimental 159, 169
Trilhas 196, 197, 198, 199, 207, 208

U

Urban farm 210
Usinas Nucleares 25

V

Viabilidade econômica 25, 251, 266

W

Wikiloc 196, 198, 200, 201

Y

Yoga 267, 268, 269, 270, 271, 273, 274, 275, 276, 277, 278

 **Atena**
Editora

2 0 2 0