



Maria Elanny Damasceno Silva  
(Organizadora)

# SUSTENTABILIDADE: A SUPERAÇÃO DE DESAFIOS PARA A MANUTENÇÃO DO SISTEMA



Maria Elanny Damasceno Silva  
(Organizadora)

# SUSTENTABILIDADE: A SUPERAÇÃO DE DESAFIOS PARA A MANUTENÇÃO DO SISTEMA

### **Editora Chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

### **Assistentes Editoriais**

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

### **Bibliotecário**

Maurício Amormino Júnior

### **Projeto Gráfico e Diagramação**

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

Karine de Lima Wisniewski

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

### **Imagens da Capa**

Shutterstock

### **Edição de Arte**

Luiza Alves Batista

### **Revisão**

Os Autores

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



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

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

A Atena Editora não se responsabiliza por eventuais mudanças ocorridas nos endereços convencionais ou eletrônicos citados nesta obra.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação.

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

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

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

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

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

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

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense  
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  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
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  
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. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª 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  
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
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. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves -Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof<sup>ª</sup> 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

Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Linguística, Letras e Artes**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins

Profª Drª Angeli 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

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. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás

Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba

Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí

Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional

Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão

Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa

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. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo

Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas

Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará

Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília

Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa  
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás  
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia  
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases  
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina  
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás  
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí  
Profª 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  
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo  
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás  
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina  
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro  
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza  
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College  
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará  
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social  
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe  
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay  
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco  
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás  
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA  
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia  
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis  
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR  
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Ma. Lillian 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. Dr. 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. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará

Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco

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. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana

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



## Sustentabilidade: a superação de desafios para a manutenção do sistema

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira  
**Bibliotecário** Maurício Amormino Júnior  
**Diagramação:** Maria Alice Pinheiro  
**Correção:** David Emanuel Freitas  
**Edição de Arte:** Luiza Alves Batista  
**Revisão:** Os Autores  
**Organizadora:** Maria Elanny Damasceno Silva

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

S964 Sustentabilidade [recurso eletrônico] : a superação de desafios para a manutenção do sistema / Organizadora Maria Elanny Damasceno Silva. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-408-5

DOI 10.22533/at.ed.085203009

1. Desenvolvimento sustentável. 2. Sustentabilidade. I. Silva, Maria Elanny Damasceno. CDD 363.7

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

**Atena Editora**

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

contato@atenaeditora.com.br

## APRESENTAÇÃO

Caro (a) leitor (a), apresento-lhes com satisfação o livro intitulado “*Sustentabilidade: a Superação de Desafios para a Manutenção do Sistema*” e seus 22 capítulos que abordam pesquisas inovadoras em diversos campos do conhecimento, contribuindo significativamente para transpor barreiras sociais, industriais e econômicas. Com reflexões críticas e inovações tecnológicas é possível repensar maneiras ecológicas para os resíduos emitidos ao meio ambiente, incorporando ao sistema à consciência ambiental.

De início, oportuniza-se conhecer o diálogo entre o pensamento Marxista e a economia ecológica, passando a vez ao exame apreciativo do documentário de Fritjof Capra com a globalização e sustentabilidade em tempos de pandemia. Continuamente, a responsabilidade civil é debatida com base na obra de Hans Jonas, que trata da omissão do Estado, ética e políticas ambientais.

A cultura e territorialidade são fundamentais para construção de valor social, sobre isto é divulgada a trajetória histórica da patrimonialização. O conhecimento biocultural dá prosseguimento aos resgates históricos ao citar a produção da “Broa de Planta”, além disso, um estudo etnográfico discute a importância do saber fazer do queijo Kochkäse, após proibição comercial legal.

Desafios e falhas são evidenciados sobre os Sistemas de Licenciamentos Ambientais Estaduais, indicando a necessidade de reajustes. Desafios também podem favorecer à conscientização ambiental, especialmente quando trabalham a temática do lixo de maneira virtual.

As incubadoras universitárias ganham notoriedade social ao tornarem-se agentes de desenvolvimento local. Por sua vez, o desenvolvimento das políticas de Assistência Técnica e Extensão Rural no Brasil são relacionadas à agroecologia. Em outra vertente, consumidores de produtos orgânicos têm o perfil caracterizado em pesquisa socioeconômica. Os feirantes de produtos hortigrutigranjeiros e de grãos são alvo de levantamento de informações acerca das condições de produção e comercialização em região fronteiriça. Empresários de transportadoras municipais são indagados quanto suas percepções ambientais considerando o Ciclo de Vida dos produtos.

Exemplos de políticas públicas de sucesso inspiram e incentivam a mobilidade urbana com ciclovias, como o caso do PLANYC em Nova Iorque. A satisfação e o bem-estar são essenciais para efetivar a compra de produtos, para isto, analisa-se o impacto da emoção surpresa na recompra de artigos de moda sustentável.

As indústrias alcoolquímicas inovam ao utilizar tecnologias híbridas nafta/etanol em matérias-primas de grau químico, logo, são disponibilizados dois estudos de casos para testar as vantagens. Resíduos de soldagem industrial contaminantes são preocupantes e causam perdas financeiras, um estudo trata da sustentabilidade ao aplicar o processo FCAW. A simulação computacional é utilizada para observar o comportamento de estrutura

geodésica com bambus e cabos. O reúso de águas é tema de estudo ao identificar tecnologias diferenciadas atuantes em indústrias.

Para terminar, tem-se a proposta de reúso de rejeitos urbanos para geração de energias por meio de processo de biodigestão aeróbia. A energia eólica possui boa matriz energética brasileira, por conseguinte, analisa-se as perspectivas da fonte energética a partir do acordo em Paris na COP 21. As células solares sensibilizadas por corantes naturais são essenciais para dispositivos solares, logo é difundida uma avaliação metodológica da extração de corantes oriundos de ameixa roxa e repolho roxo.

Desejo-lhes excelentes reflexões e estudos!

Maria Elanny Damasceno Silva

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

#### DIÁLOGO ENTRE MARXISMO E ECONOMIA ECOLÓGICA

Naira Juliani Teixeira

DOI 10.22533/at.ed.0852030091

### **CAPÍTULO 2..... 11**

#### RESENHA CRÍTICA SOBRE O DOCUMENTÁRIO “PONTO DE MUTAÇÃO”, DE FRITJOF CAPRA E SUAS PERSPECTIVAS PARA O MUNDO CONTEMPORÂNEO AMBIENTALMENTE SUSTENTÁVEL EM TEMPOS DE PANDEMIA

Cicera Maria Alencar do Nascimento

Emanoel Ferdinando da Rocha Junior

Jorge Luiz Gonzaga Vieira

Adriane Borges Cabral

Thiago José Matos Rocha

DOI 10.22533/at.ed.0852030092

### **CAPÍTULO 3..... 21**

#### O DEVER ÉTICO EM HANS JONAS E A RESPONSABILIDADE AMBIENTAL DO ESTADO EM RAZÃO DA SUA OMISSÃO

Luiza de Medeiros Trindade

DOI 10.22533/at.ed.0852030093

### **CAPÍTULO 4..... 29**

#### PATRIMONIALIZAÇÃO E TERRITÓRIO: UMA TRAJETÓRIA DE VALORIZAÇÃO E CONFLITOS

Bruno Luiz Gonçalves

Cinthia Maria de Sena Abrahão

DOI 10.22533/at.ed.0852030094

### **CAPÍTULO 5..... 42**

#### A “BROA DE PLANTA” DA REGIÃO SERRANA FLUMINENSE: IDENTIDADE A PARTIR DOS VÍNCULOS BIOCULTURAIS EM AMBIENTES DE MONTANHA

Alessandro Melo Rifan

Maria Clara Estoducto Pinto

Adriana Maria de Aquino

Renato Linhares de Assis

DOI 10.22533/at.ed.0852030095

### **CAPÍTULO 6..... 57**

#### A NECESSIDADE DE EFICÁCIA E ADEQUAÇÃO DAS NORMAS LEGAIS EM RELAÇÃO AOS AGRICULTORES FAMILIARES - O CASO DO KOCHKÄSE, NO VALE DO ITAJAÍ (SC)

Odacira Nunes

Marilda Rosa Galvão Checcucci Gonçalves da Silva

DOI 10.22533/at.ed.0852030096

**CAPÍTULO 7..... 72**

**UM SISTEMA EM COLAPSO? DIFICULDADES DOS SISTEMAS DE LICENCIAMENTO AMBIENTAL DOS ESTADOS BRASILEIROS**

Benilson Borinelli  
Nicole Cerci Mostag  
Beatriz Fernanda da Silva Corado  
Rodrigo Libanez Melan

**DOI 10.22533/at.ed.0852030097**

**CAPÍTULO 8..... 85**

**#TRASHTAGCHALLENGE – O DESAFIO DO LIXO: REFLEXÕES VIRTUAIS EM FACE DA CONSCIÊNCIA AMBIENTAL E RESPONSABILIDADE SOCIAL**

Viviane Cristina Martiniuk

**DOI 10.22533/at.ed.0852030098**

**CAPÍTULO 9..... 103**

**ECONOMIA SOLIDÁRIA: AS INCUBADORAS UNIVERSITÁRIAS COMO GERADORAS DE ALTERNATIVAS AO DESENVOLVIMENTO**

Sandro Miguel Mendes  
Garrone Reck

**DOI 10.22533/at.ed.0852030099**

**CAPÍTULO 10..... 117**

**AGROECOLOGIA E SUAS CONTRIBUIÇÕES NO DESENVOLVIMENTO DE ATER**

Joab Luhan Ferreira Pedrosa  
Vanessa Maria de Souza Barros  
Lucas Rosa Pereira  
Conceição de Maria Batista de Oliveira  
Diogo Ribeiro de Araújo  
Lusiane de Sousa Ferreira  
Matheus Gaspar Schwan

**DOI 10.22533/at.ed.08520300910**

**CAPÍTULO 11..... 127**

**CARACTERÍSTICAS SOCIECONÔMICAS DOS CONSUMIDORES DE PRODUTOS ORGÂNICOS**

Carlos Alexandre Petry  
Bruna Ricini Martins  
Luana Cristina de Souza Garcia  
Juliano Cordeiro

**DOI 10.22533/at.ed.08520300911**

**CAPÍTULO 12..... 138**

**DIAGNÓSTICO DA PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO TRANSFRONTEIRIÇA DE HORTALIÇAS NA FRONTEIRA ENTRE OS MUNICÍPIOS DE CORUMBÁ E LADÁRIO NO BRASIL E PUERTO QUIJARRO E PUERTO SUAREZ NA BOLÍVIA**

Alberto Feiden

Edgar Aparecido da Costa  
DOI 10.22533/at.ed.08520300912

**CAPÍTULO 13..... 153**

**A PERCEPÇÃO AMBIENTAL DOS TRANSPORTADORES**

Elisiane Salzer  
Djeimi Angela Leonhardt Neske  
Loreni Teresinha Brandalise  
Geysler Rogis Flor Bertolini

DOI 10.22533/at.ed.08520300913

**CAPÍTULO 14..... 167**

**MOBILIDADE SUSTENTÁVEL ATRAVÉS DE POLÍTICAS PÚBLICAS EM NOVA IORQUE**

Bruna Rodrigues Guimarães  
Antônio Pasqualetto  
Júlia Pereira de Sousa Cunha

DOI 10.22533/at.ed.08520300914

**CAPÍTULO 15..... 176**

**A INFLUÊNCIA DA EMOÇÃO SURPRESA NA DECISÃO DE RECOMPRA DE PRODUTOS DE MODA SUSTENTÁVEL**

Luana Poletto Barbieri  
Igor Bosa  
Janine Fleith de Medeiros  
Cassiana Maris Lima Cruz

DOI 10.22533/at.ed.08520300915

**CAPÍTULO 16..... 189**

**INOVAÇÃO COM TECNOLOGIAS HÍBRIDAS NAFTA / ETANOL ESTUDO DE CASOS**

Rivaldo Souza Bôto

DOI 10.22533/at.ed.08520300916

**CAPÍTULO 17..... 198**

**MANUFATURA SUSTENTÁVEL – ESTUDO DE CASO APLICAÇÃO DE REVESTIMENTO DURO EM MOENDAS DE CANA DE AÇÚCAR PELO PROCESSO FCAW**

Marcio de Queiroz Murad  
Valtair Antônio Feraressi  
Wisley Falco Sales

DOI 10.22533/at.ed.08520300917

**CAPÍTULO 18..... 213**

**SIMULAÇÃO E AVALIAÇÃO EXPERIMENTAL DE ESTRUTURAS GEODÉSICAS DE BAMBU COM CABOS**

Fabiano Ostapiv  
Gustavo Correa de Castro  
Joamilton Stahlschmidt  
Gabriel Ostapiv

DOI 10.22533/at.ed.08520300918

<b>CAPÍTULO 19.....</b>	<b>232</b>
PROPOSTA DE ADAPTAÇÃO DE TECNOLOGIAS DA INDÚSTRIA 4.0 PARA AUXILIAR NO REUSO DA ÁGUA NAS INDÚSTRIAS	
Ana Mariele Domingues	
Jacqueline de Almeida Barbosa Franco	
Nelson de Almeida Africano	
Rosane Aparecida Gomes Battistelle	
<b>DOI 10.22533/at.ed.08520300919</b>	
<b>CAPÍTULO 20.....</b>	<b>245</b>
O REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS PARA GERAÇÃO DE ENERGIA TÉRMICA A PARTIR DA BIODIGESTÃO AERÓBIA	
Luciana Lopes Kuramoto	
Fernando Pereira de Sá	
Elisângela Cardoso de Lima Borges	
Marcos Aurélio Leandro Alves da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.08520300920</b>	
<b>CAPÍTULO 21.....</b>	<b>257</b>
O PAPEL DA ENERGIA EÓLICA NO BRASIL NO CONTEXTO DE MITIGAÇÃO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS E DA CORRELATA NDC DO PAÍS NO ÂMBITO DO ACORDO DE PARÍS	
Letícia Cunha Bonani	
André Felipe Simões	
<b>DOI 10.22533/at.ed.08520300921</b>	
<b>CAPÍTULO 22.....</b>	<b>272</b>
POTENCIALIDADE DE CORANTE NATURAL EXTRAÍDO DA <i>BRASSICA OLERACEA</i> E DA <i>PRUNUS SALICINA</i> PARA USO EM CELULAS SOLARES SENSIBILIZADAS POR CORANTE (CSSC)	
Rafael Theisen	
Gideã Taques Tractz	
Felipe Staciaki da Luz	
André Lazzarin Gallina	
Paulo Rogerio Pinto Rodrigues	
<b>DOI 10.22533/at.ed.08520300922</b>	
<b>SOBRE A ORGANIZADORA.....</b>	<b>281</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO.....</b>	<b>282</b>

## O REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS PARA GERAÇÃO DE ENERGIA TÉRMICA A PARTIR DA BIODIGESTÃO AERÓBIA

Data de aceite: 01/09/2020

Data de submissão: 05/06/2020

### Luciana Lopes Kuramoto

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia de Goiás.  
Goiânia – Goiás  
<http://lattes.cnpq.br/1343548004100771>

### Fernando Pereira de Sá

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia de Goiás.  
Inhumas - Goiás  
<http://lattes.cnpq.br/4037828435725730>

### Elisângela Cardoso de Lima Borges

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia de Goiás.  
Inhumas - Goiás  
<http://lattes.cnpq.br/2286835516063650>

### Marcos Aurélio Leandro Alves da Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia de Goiás.  
Inhumas - Goiás  
<http://lattes.cnpq.br/0340118390611074>

**RESUMO:** Tendo em vista a indiscutível necessidade de redução da disposição de resíduos sólidos no meio ambiente e do grande potencial energético advindo do tratamento destes, o uso de rejeitos é uma opção extremamente viável para a produção de energia renovável. A partir disso, o objetivo deste trabalho é apresentar um processo de geração de energia

térmica a partir de resíduos sólidos orgânicos, tendo em vista que o processo de urbanização, além de gerar uma quantidade expressiva de resíduos, também exige a potencialização do sistema energético. Para tanto, foi realizado e analisado um processo de biodigestão aeróbia a partir de resíduos sólidos orgânicos no Instituto Federal de Goiás – Câmpus Inhumas – e desenvolvido um sistema para sua conversão em energia térmica, visando não somente a geração de energia renovável mas, principalmente, o caminho para uma sociedade limpa e economicamente sustentável. As principais qualidades dos combustíveis derivados da biomassa é o elevado teor de oxigênio, que resulta em uma baixa produção de material particulado (MP), monóxido de carbono (CO), hidrocarbonetos totais (HCT) e na ausência de óxidos de enxofre (SOx) e, com os resultados, confirmou-se a viabilidade e a eficácia desta técnica, a partir da boa qualidade do composto gerado, da obtenção de um bom poder calorífico e boa durabilidade do processo de combustão.

**PALAVRAS-CHAVE:** Resíduos; Energia; Meio Ambiente; Biodigestão.

### THE REUSE OF ORGANIC SOLID WASTE FOR THE GENERATION OF THERMAL ENERGY FROM AEROBIC BIODIGESTION

**ABSTRACT:** Owing to the undeniable requirement to reduce the disposition of solid waste in the environment and the great energy potential accrued from its treatment, the use of waste is an extremely viable option for the generation of renewable energy. From this, the



objective of this study is to present a process of thermal energy generation from solid organic waste, considering that the urbanization process, in addition to the engender of a considerable amount of waste, also requires the improvement of the energy system. Therefore, an aerobic biodigestion process using organic solid waste was performed out and analyzed at the Federal Institute of Goiás – Inhumas Campus – and a system was developed for its conversion into thermal energy, aiming not only at the generation of renewable energy, but mainly at the path to a clean and economically sustainable society. The main qualities of fuels derived from biomass are the high oxygen content, which results in a low production of particulate compound (MP), carbon monoxide (CO), total hydrocarbons (HCT) and in the absence of sulfur oxides (SOx) and, with the effects, the availability and efficiency of this technique was confirmed, based on the good quality of the product, the achievement of a good calorific power and a good durability of the burning process.

**KEYWORDS:** Waste; Energy; Environment; Biodigestion.

## 1 | INTRODUÇÃO

Ao longo dos tempos, a humanidade intensificou o processo de urbanização e o desenvolvimento industrial, sem se preocupar, porém, com o uso racional dos recursos naturais. Considerando que não se pode falar em resíduo urbano abordando apenas a fase de tratamento, os aspectos sobre a gestão socialmente integrada para os resíduos sólidos urbanos devem ser destacados. No modelo de desenvolvimento econômico não sustentável, há uma excessiva produção de resíduos, o que é claramente percebido no Brasil. Além da quantidade, há também a variedade de materiais e substâncias químicas estranhas ao ambiente. O uso de tecnologias para o tratamento de resíduos sólidos urbanos (RSU), com ou sem aproveitamento energético, como solução aos problemas do resíduo urbano, apesar de extremamente necessário, ainda é incipiente no Brasil (BREDA et al., 2009), o que é corroborado por Rosa et al. (2015), que ressalta o fato da grande maioria dos aterros sanitários e das estações de tratamento de esgoto doméstico e efluentes industriais apenas coletar e queimar o biogás gerado, sem aproveitamento do seu potencial energético, o que também é confirmado por Borges (2016).

De acordo com a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico de 2008 (IBGE, 2010), 50,8% dos resíduos sólidos dos municípios brasileiros ainda são dispostos em vazadouros a céu aberto (lixões) sendo que, provavelmente, esse número seja ainda maior, o que ratifica a precária situação dos resíduos sólidos urbanos no Brasil.

A Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010 (BRASIL, 2010), instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), definindo por destinação final ambientalmente adequada a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes do Sistema Nacional de Meio Ambiente, do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária e do Sistema Único de Atenção à Sanidade Agropecuária. Segundo a PNRS, somente os rejeitos – material restante dos

processos de tratamento – devem ser dispostos em aterros sanitários. Esta disposição precisa, portanto, ser regulamentada, observando-se normas operacionais específicas a fim de se evitar danos ou riscos à saúde pública e dirimir amplamente os impactos ambientais.

A urbanização é um processo que ocorre no Brasil, paralelamente à industrialização, a partir de 1930, quando os interesses urbanos industriais se tornam importantes na política econômica, mas sem o abandono das relações antigas, alicerçadas na propriedade fundiária. Esse acelerado crescimento tem causado uma extensa degradação socioambiental (MARICATO, 2002).

Para Silva (2015), a demanda brasileira por energia cresce a cada dia em função da intensa dinamização de sua economia, fazendo com que a busca por fontes alternativas se torne indispensável. Silva e Soeiro (2014) relatam que, com a crise da energia elétrica e o plano de racionamento de 2001, chamou-se atenção para a necessidade de diversificar as fontes de energia no Brasil, tendo-se inúmeras pesquisas que apontam para a viabilidade da geração de energia a partir de resíduos sólidos urbanos. Tolmasquim (2003), apud Moura (2014), afirma que, considerando as tecnologias atualmente disponíveis, é possível reduzir as emissões de metano provenientes de aterros sanitários em até 50%, o que representaria um total de 10 a 25 milhões de toneladas por ano deixando de ser emitidas. O lançamento de dejetos na natureza, sem tratamento prévio, pode causar desequilíbrios ambientais, proliferação de vetores de doenças e o aumento de doenças vinculadas à água e ao solo (SHULTZ, 2007). Diversos países no mundo já aproveitam o potencial energético do metano gerado em processos anaeróbios como uma maneira de tornar os sistemas de tratamento sustentáveis ou até mesmo autossuficientes energeticamente, visando não somente a geração de energia, mas também uma ideal disposição e utilização dos resíduos sólidos gerados, porém, a digestão aeróbia, técnica a ser abordada neste estudo, ainda é pouco citada nos estudos divulgados. Nos Estados Unidos, mais de 1000 estações de tratamento aproveitam o potencial energético, sendo que 74 chegam a gerar mais energia do que consomem, vendendo-a para o sistema elétrico (BILOTTA; ROSS, 2016).

Segundo Pecora (2006), o aproveitamento energético destes resíduos, além de contribuir para a preservação do meio ambiente, também traz benefícios para a sociedade, uma vez que promove a utilização ou reaproveitamento de recursos “descartáveis” e/ ou de baixo custo; colabora com a não dependência da fonte de energia de combustíveis fósseis, oferecendo maior variedade de combustíveis; possibilita a geração descentralizada de energia, aumentando sua oferta; possibilita a geração local de empregos; reduz os odores e as toxinas do ar; diminui a emissão de poluentes pela substituição dos combustíveis fósseis; colabora com a viabilidade econômica dos aterros sanitários e estações de tratamento de efluentes; otimiza a utilização local de recursos; e aumenta a viabilidade do saneamento básico no país, permitindo o desenvolvimento tecnológico de empresas de saneamento e energéticas.

É relevante e imprescindível salientar a escassez de referências de estudos

similares ao em desenvolvimento. A princípio, a digestão aeróbia não é executada da forma proposta e nem mesmo para os fins propostos neste estudo. Há semelhanças entre esta e o processo de compostagem mecanizada, mas este, por sua vez, não é designado para a produção de produtos utilizados na geração de energia, e sim para a produção final de biofertilizantes. Ainda assim, utilizaremos referências de publicações sobre compostagem para embasamento nos parâmetros e técnicas mais eficazes para o procedimento, uma vez identificada a similaridade dos processos.

Após o processo de biodigestão aeróbia, o produto foi compactado para criar pellets, que foram utilizados para a geração de energia térmica. Têm-se, mundialmente, a utilização de pellets visando este fim, mas os pellets, habitualmente, são compostos de resíduos sólidos advindos de restos de podas ou florestais, o que facilita não só o processo de peletização mas, também, o aumento do poder calorífico do produto, o que justifica a sua ampla utilização já consolidada no mercado europeu.

Assim como o processo de digestão aeróbia, não foram identificadas referências bibliográficas científicas sobre o processo de peletização de resíduos sólidos orgânicos, e também sobre a geração de energia térmica a partir da queima dos pellets.

Portanto, foram utilizadas bibliografias sobre o processo de geração de energia a partir de resíduos sólidos, sobre os processos técnicos abordados no estudo, individualmente, e sobre a forma como são comumente aplicados, tendo-se em vista que, ainda que não haja estudos neste formato, há bastante similaridade entre os processos propostos.

Buscou-se, com esta pesquisa, confirmar as possibilidades e a viabilidade de implantar-se um sistema de geração de energia a partir dos resíduos sólidos orgânicos, elucidando os maiores desafios atuais para a implantação e consolidação de sistemas de reaproveitamento de resíduos no Brasil e para a redução destes, buscando confirmar que é possível haver uma “simbiose” entre o processo de urbanização, a sustentabilidade e a eficiência energética.

## 2 | METODOLOGIA

A metodologia foi dividida em 3 etapas, que serão descritas detalhadamente adiante:

1. Processo de caracterização dos compostos, realização prática da biodigestão aeróbia, confecção e queima dos pellets;
2. Processo de monitoramento e análise dos dados (análise multivariada) durante e após os processos 1 e 3, sendo componentes dos processos dados como temperatura, umidade, pH, gases presentes, nível de compactação e durabilidade dos pellets, quantidade de aditivos, poder calorífico e quantidade de cinzas gerada.
3. Processo de queima dos pellets para conversão de energia térmica, com análise indireta do poder calorífico.

A pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Energia e Meio Ambiente do Instituto Federal de Ciência Tecnologia de Goiás, Câmpus Inhumas, utilizando os equipamentos e reagentes já existentes no mesmo. Apresenta-se a seguir uma descrição sucinta das atividades básicas realizadas para execução deste projeto de pesquisa.

A matéria prima utilizada no estudo foi coletada no próprio Câmpus Inhumas, utilizando as lixeiras do pátio superior e inferior, com ajuda dos alunos que separaram os resíduos orgânicos dos recicláveis nos próprios locais de descarte (Figura 1).



Figura 1: Lixeiras utilizadas na coleta de amostras para o projeto.

Fonte: Própria.

Após a coleta dos resíduos, foi feita a seleção do material que poderia ser utilizado no processo de biodigestão, utilizando biodigestor metálico (Figura 2). Foram escolhidos pedaços pequenos, por serem mais facilmente decompostos pelo processo aeróbico e, além disso, realizou-se a submissão dos mesmos a um processo de trituração e à adição de 20% de serragem. No final do processo de biodigestão, que leva entre 10 e 14 dias, foi retirado o composto e eliminada toda sua umidade. O processo de desidratação leva até 3 dias, sendo este necessário para facilitar a queima dos pellets.



Figura 2: Biodigestor aeróbio.

Fonte: Própria.

Logo após esta etapa, foram acrescentados outros resíduos, tais como gordura e sebo animal, para maior consistência e aumento do poder de combustão do composto biodigerido e, em seguida, realizada a compactação para fabricação dos pellets, realizada com o uso de duas seringas de 10 mL, para prensa (Figura 3). Após este processo de compactação, os pellets foram deixados em repouso, até atingir a textura ideal para o manuseio.



Figura 3: Compactação do composto, juntamente com os aditivos propostos, para formação dos pellets.

Fonte: Própria.

A segunda parte da pesquisa foi composta pelo monitoramento, através de equipamentos específicos para cada tipo de dados, sendo estes: gases produzidos, massa do composto, pH, temperatura e umidade, e avaliação por análises estatísticas, para medição dos dados, possibilitando sua validação e possível otimização do processo, no decorrer do estudo.

Baseados na literatura de Barros Neto (2010) que fundamentou a análise estatística (análise multivariada) utilizada na pesquisa, definiu-se os parâmetros relevantes atuantes na boa qualidade do processo de biodigestão aeróbia dos resíduos sólidos orgânicos; identificar e mensurar as variáveis que interferem diretamente no processo de queima máxima dos resíduos peletizados e no poder calorífico da queima; demonstrar que tais resíduos podem ser minimizados e/ ou totalmente eliminados através deste.

Os dados coletados, a partir dos ensaios realizados, juntamente com análise da tabela de ordem padrão, possibilitaram a análise e identificação da melhor combinação de variáveis, a fim de se obter pellets uniformes, com queima próxima à máxima e com bom

poder calorífico.

Após a finalização do processo de confecção e queima dos pellets, a etapa seguinte foi medir o poder calorífico.

O estudo do poder calorífico dos pellets desenvolvidos foi realizado a partir de um sistema simples de aquecimento de água, tendo em vista a discussão dos valores obtidos.

A capacidade calorífica dos pellets confeccionados foi testada através de ensaios de combustão simples. O pellet foi queimado e usado para aquecer 75 mL de água com o objetivo de se determinar a variação de temperatura da água após toda a queima do pellet. Após o teste e com os dados obtidos foi possível determinar o poder calorífico do material, utilizando a equação da termodinâmica (equação (1)):

$$Q = m.c.\Delta t \text{ (1)}$$

Sendo: Q - quantidade de calor (cal); m - massa (g); c - calor específico (cal/ g °C);  $\Delta t$  - variação de temperatura (°C).

O sistema utilizado para a identificação da variação de temperatura teve como característica o uso de: um suporte, uma tela de amianto, um bquer, um termômetro e um apoio para que o pellet ficasse o mais próximo do fundo da vidraria, minimizando perdas de calor durante o processo (Figura 4).



Figura 4: Montagem do sistema para a combustão simples.

Fonte: Própria.

Os pellets foram compactados com um produto final de umidade de 41,67%. A Figura 5 ilustra alguns dos pellets que fizeram parte da análise.



Figura 5: Pellets utilizados no cálculo do poder calorífico.

Fonte: Própria.

## 4 | RESULTADOS

### 4.1 Caracterização do composto biodigerido

O composto advindo de resíduos sólidos urbanos orgânicos atingiu o resultado esperado (Figura 6), chegando ao final do processo com aspecto escurecido, levemente úmido, e ausência de odor, o que configura ausência de elementos patogênicos como os que podem ser encontrados no composto em sua forma inicial, após o início da ação dos microrganismos.



Figura 6: Composto biodigerido.

Fonte: Própria.

## 4.2 Análise Multivariada

O planejamento fatorial teve como embasamento o questionamento: “Qual a combinação mais adequada para melhor combustão dos pellets (menor quantidade de cinza residual)?”.

Os resultados obtidos no cálculo do efeito principal em relação às variáveis estudadas (umidade, quantidade de sebo e de gordura animal) estão apresentados na Tabela 1. Os valores apresentados pelo efeito principal para cada uma das variáveis ilustram claramente a influência das três variáveis na quantidade máxima de combustão e, evidentemente, essa influência ocorre de modo diferente, conforme os sinais (positivo ou negativo).

Fatores	Nível Alto (+)	Nível baixo (-)
Umidade	52	40
Sebo	3	1
Gordura	3	1

Tabela 1: Definição dos níveis dos fatores para um planejamento fatorial dos experimentos.

Fonte: própria

Para a faixa de valores avaliada, a quantidade de gordura animal foi a variável que mais interferiu no processo de combustão. É importante ressaltar, ainda, que esta influência é negativa (-6,207), pois o valor da variável resposta é negativo, isto significa que aumentando a quantidade de gordura animal da amostra haverá uma diminuição da combustão.

A concentração de sebo foi a segunda variável que mais influenciou no processo de combustão. Neste caso, como o valor de resposta é negativo, significa que o aumento da quantidade desta variável provocará uma diminuição da combustão máxima. A variável que menos interferiu no processo foi a umidade (Tabela 2).

Variável	Efeito Q (valor absoluto)	Influência no processo (%)
Umidade	-0,594	6,08
Sebo	-2,971	30,4
Gordura	-6,207	63,52
$\Sigma$	9,772	100

Tabela 2: Valores absolutos dos principais efeitos na quantidade máxima de combustão e sua influência no processo, baseado nas respostas de queima com valor da amostra total.

Fonte: Própria.



### 4.3 Poder calorífico

Uma das características dos combustíveis derivados da biomassa é o elevado teor de oxigênio, que resulta em uma baixa produção de material particulado (MP), monóxido de carbono (CO), hidrocarbonetos totais (HCT) e na ausência de óxidos de enxofre (SOx) (MATURANA, 2011). Logo, a biodigestão aeróbia é totalmente viável para o tratamento de resíduos sólidos urbanos, principalmente se o foco estiver na compactação de pellets para a produção de energia.

Levando-se em consideração a massa da água fixa de 75 g e a temperatura inicial da mesma de 29 °C, foi possível calcular a quantidade de calor liberadas pela variação da temperatura. Ressaltando que o calor específico da água é 1 cal/g°C, foi possível obter os resultados expressos na Tabela 3.

Experimento	Massa do pellet (g)	Temperatura Inicial t <sub>1</sub> (°C)	Temperatura Final t <sub>2</sub> (°C)	$\Delta T (t_1 - t_2)$	Massa (g)	Quantidade de calor (cal)
1	3,01	29	56	27	75	2025
2	3,01	29	57	28	75	2100
3	3	29	57	28	75	2100
4	3	29	56	27	75	2025
5	3	29	56	27	75	2025
6	3	29	56	27	75	2025

Tabela 3: Resultado de teste de poder calorífico pelo aquecimento da água.

Fonte: Própria.

Quando enriquecido com algum tipo de ligante (gordura/ sebo animal) e exposto à chama do maçarico, o composto manteve a chama por um tempo de 8 a 12 minutos. Assim, como é possível visualizar na Figura 7, a capacidade calorífica da integração entre a matéria decomposta e o ligante foi mais potente que a matéria pura, podendo apresentar grande eficiência na geração de energia térmica.



Figura 7: Pellet durante a submissão a uma fonte de calor.

Fonte: Própria.

## 5 | CONCLUSÕES

A regularização da destinação final de resíduos é uma imposição legal, sob pena de aplicações cabíveis dentro da legislação ambiental. Somado a isso, existe a necessidade de planejamento da substituição de unidades para destinação adequada ao fim da vida útil dos resíduos sólidos. É possível observar que o desenvolvimento desse trabalho contribui não só para discussões acerca do descarte indevido dos RSU mas, também, para o remanejamento adequado do material orgânico dispostos nas lixeiras dos ambientes escolares. Além disso, é primordial a ênfase no processo de biodigestão aeróbia que possui grande eficiência na produção de biomassa, que quando enriquecida com gordura animal e compactada em forma de pellets, possibilita a produção de uma fonte energética renovável.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao IFG e ao CNPq, pelo apoio financeiro e de infraestrutura.

## REFERÊNCIAS

BARROS NETO, B. **Como fazer experimentos [recurso eletrônico]: pesquisa e desenvolvimento na ciência e na indústria/** Benício de Barros Neto, Ieda Spacino Scarmínio, Roy Edward Bruns. 4ª edição. Editora Bookman. Porto Alegre, 2010.

BILOTTA, P. ROSS, B. Z. L. **Estimativa de geração de energia e emissão evitada de gás de efeito estufa na recuperação de biogás produzido em estação de tratamento de esgotos.** Revista Engenharia Sanitária e Ambiental. v. 21. n. 2. p. 275 - 282. Rio de Janeiro, 2016.

BORGES, H. D. **Avaliação da viabilidade de recuperação e uso de biogás em uma estação de tratamento de esgoto.** Dissertação para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil e Ambiental da Universidade de Brasília. Brasília, 2016.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010.** Brasília, 2010. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm)>. Acesso em: setembro, 2018.

BREDA, C. C. TRABALLI, R. C. MAKIYA, I. K. **Bases ecossustentáveis para o desenvolvimento urbano: potencial energético a partir de lodo de esgoto e resíduos sólidos.** III Encontro de Sustentabilidade em Projeto do Vale do Itajaí. Itajaí, 2009.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). **Indicadores sociais municipais – Uma análise dos resultados do universo do Censo Demográfico 2010.** Rio de Janeiro, 2011.

MARICATO, E. **As idéias fora do lugar e o lugar fora das idéias.** In: ARANTES, O. VAINER, C. MARICATO, E. A cidade do pensamento único: desmanchando consensos. Editora Vozes. Petrópolis, 2002.

MATURANA, A.Y. **Estudo da combustão direta da glicerina bruta e loira como alternativa de aproveitamento energético sustentável.** Ph.D. Tese da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2011.

MOURA, J. S. **Avaliação da produção de biogás a partir de resíduos sólidos urbanos (RSU) e lodo de esgoto em uma simulação experimental de aterro sanitário.** Dissertação apresentada ao programa de Pós-graduação em Engenharia de Energia, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre da Universidade Federal de Itajubá. Itajubá, 2014.

PECORA, VANESSA. **Implementação de uma unidade demonstrativa de geração de energia elétrica a partir do biogás de tratamento do esgoto residencial da USP: Estudo de caso.** Dissertação apresentada ao programa de Pós-graduação em Energia (PIPGE), como requisito parcial para obtenção do título de Mestre da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2006.

SCHULTZ, Guilherme. **Boas Práticas Ambientais na Suinocultura.** Porto Alegre: SEBRAE/ RS, 2007.

SILVA, H. J. **Produção de Biofertilizantes e Aproveitamento Energético do Biogás Proveniente da Digestão Anaeróbica do Lodo Produzido em ETE: Uma Avaliação do Potencial da Cidade de Cristina (MG).** Revista Brasileira de Energias Renováveis. v. 4, p. 87-110. Itajubá, 2015.

SILVA, R. J. SOEIRO, E. C. **Viabilidade da utilização do biogás como fonte alternativa de energia.** Revista eletrônica de petróleo e gás. Ano 2. n. 1. 2014. Disponível em: <<https://repositorio.unp.br/index.php/runpetro>>. Acesso em: junho, 2018.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Agência Nacional de Águas 233, 234, 242

Agentes de desenvolvimento 9, 103, 104

Agroecossistemas 42, 50, 51, 109, 122

Agroquímicos 50, 120, 128, 129

Alimentos orgânicos 127, 128, 129, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137

Ancestrais germânicos 57, 61

Antropologia 11, 12, 14, 17, 19, 34, 37, 40, 41, 55, 57, 59, 61, 65, 66, 68, 69, 70

Ativo territorial 42, 44, 52

### B

Baixo custo 247, 272, 273

### C

Capacidades instaladas 257, 265

Ciclovias 9, 167, 171, 174

Consumo desenfreado 86

Consumo Ecológico 153, 155, 156, 159, 160, 162

Contribuição Nacionalmente Determinada 257

Culturas e identidades 29

Cúpulas geodésicas 213, 230, 231

### D

Desigualdade social 103, 113, 115

Dispositivos fotovoltaicos 273, 280

### E

Economia ambiental 1, 2, 3, 4, 6, 9

Eficiência atômica 189

Empregos e geração de renda 177

Espaço geográfico 13, 35

Estratégia de negócios 154

### F

Fotossensibilidade 272, 274

## G

Globalização 9, 11, 12, 17, 19, 41, 107, 109, 112

## H

Hortifrutigranjeiros 138, 143

## I

Indústria alcoolquímica 189, 195

Instrumentos de controle ambiental 75

Internautas 86, 99

## L

Lei da termodinâmica 2, 3

## M

Marcos legais 138, 150

Megalópole 167

## P

Pandemia 9, 11, 11, 12, 13, 17, 18, 19

Pensamento renascentista 4, 9

Planyc 9, 167, 168, 169, 171, 173, 174, 175

Política Nacional de Ater 125

Políticas Públicas 9, 13, 55, 84, 85, 86, 93, 94, 95, 96, 99, 101, 102, 106, 111, 113, 115, 116, 122, 123, 125, 132, 138, 142, 151, 167, 175, 215, 281

## R

Revolução Francesa 31, 37, 38

## S

Satisfação do consumidor 176, 177, 187

Saúde 1, 101, 102

Setor sucroalcooleiro 199, 201

Simulação numérica 213, 230

## T

Tecnologias 9, 10, 13, 14, 21, 26, 42, 43, 44, 45, 47, 50, 51, 53, 105, 121, 122, 154, 189, 191, 196, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 244, 246, 247, 272, 273, 281





Transporte de cargas 154, 155, 156

## U





Urbanização 77, 94, 115, 245, 246, 247, 248, 258

## V

Velocidade de aplicação de revestimento 198

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)   
[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)   
[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)   
[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 

# SUSTENTABILIDADE: A SUPERAÇÃO DE DESAFIOS PARA A MANUTENÇÃO DO SISTEMA

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)   
[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)   
[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)   
[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 

# SUSTENTABILIDADE: A SUPERAÇÃO DE DESAFIOS PARA A MANUTENÇÃO DO SISTEMA