

Gestão de Resíduos Sólidos 4

Leonardo Tullio
(Organizador)



Gestão de Resíduos Sólidos 4

Leonardo Tullio
(Organizador)



2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Karine de Lima

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

Profª Drª 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

Profª Drª 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

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Profª Drª 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

Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice

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

Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

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 – Universidade Federal do Maranhão

Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Profª Drª 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

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
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)	
G393	<p>Gestão de resíduos sólidos 4 [recurso eletrônico] / Organizador Leonardo Tullio. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader. Modo de acesso: World Wide Web. Inclui bibliografia ISBN 978-65-5706-120-6 DOI 10.22533/at.ed.206201806</p> <p>1. Lixo – Eliminação – Aspectos econômicos. 2. Pesquisa científica – Reaproveitamento (Sobras, refugos, etc.). 3. Sustentabilidade. I. Tullio, Leonardo.</p> <p style="text-align: right;">CDD 363.728</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 “Gestão de Resíduos Sólidos” está na quarta edição e seu foco aborda temas atuais e discussão sobre a gestão e estratégias para o problema dos resíduos. Neste volume, diversas pesquisas enfatizam sobre a cooperação e diretrizes para resolver problemas sociais e de logística quanto a destinação dos resíduos.

O objetivo central é apresentar as pesquisas de norte e sul do Brasil e seus resultados frente ao desafio global. Em todos esses trabalhos a abordagem envolve logística reversa, ação de microrganismos na decomposição, diretrizes de estado para ações pontuais, estudos de caso, práticas educacionais, entre outras áreas correlatas.

Discussões sobre o tema serão apresentadas nos artigos desta obra afim de propor estratégias e métodos científicos capazes de minimizar os impactos no meio ambiente. A preocupação central envolve a pesquisa como uma alternativa de tratar sobre assuntos delicados e abrangentes na sociedade como um todo.

Deste modo esses artigos apresentam uma teoria bem fundamentada nos resultados práticos obtidos pelos diversos professores e acadêmicos, fazendo com que o leitor aprofunde seus conhecimentos e que novos trabalhos sejam propostos.

Bons estudos.

Leonardo Tullio

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE BIOGÁS A PARTIR DE RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS DO CAMPUS DA PUC-RIO: TRATAMENTO, GERAÇÃO E PURIFICAÇÃO	
Victor Lemos de Araujo e Mello	
DOI 10.22533/at.ed.2062018061	
CAPÍTULO 2	12
ESTUDO DE CASO: RESÍDUOS SÓLIDOS E O PROCESSO EROSIVO EM UMA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO NA CIDADE DE APUCARANA-PR	
Lucas Augusto Vieira	
Andrea Sartori Jabur	
Isabelle Gonçalves de Oliveira Prado	
Danielle Gonçalves de Oliveira Prado	
Thiago Gentil Ramires	
DOI 10.22533/at.ed.2062018062	
CAPÍTULO 3	25
MODELO DE GESTÃO E INOVAÇÃO SOCIAL: UM ESTUDO DE CASO EM UMA COOPERATIVA DE RECICLÁVEIS DA REGIÃO AMAZÔNICA	
Suzana Maria Carvalho	
Jacira Lima da Graça	
Marcelo Augusto Mendes Barbosa	
Aline Ramalho Dias de Souza	
Carlos Alberto Mendes Moraes	
Raul Afonso Pommer Barbosa	
DOI 10.22533/at.ed.2062018063	
CAPÍTULO 4	40
ANÁLISE DA LOGÍSTICA REVERSA DE CARTUCHOS DE TONERS EM ÓRGÃOS FEDERAIS SEDIADOS EM PORTO VELHO - RO	
Solange Mendes Garcia	
Maria Aparecida Lopes Urgal	
Luis Alcides Schiavo Miranda	
Luciana Paulo Gomes	
DOI 10.22533/at.ed.2062018064	
CAPÍTULO 5	49
DIAGNÓSTICO DA GESTÃO MUNICIPAL DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO MUNICÍPIO DE TOLEDO – PR CONFORME A RESOLUÇÃO CONAMA Nº 307/2002	
Elmagno Catarino Santos Silva	
Maurício do Espirito Santo Andrade	
Zélia da Paz Pereira	
Flávio Augusto Scherer	
DOI 10.22533/at.ed.2062018065	
CAPÍTULO 6	63
GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS EM SÃO LEOPOLDO/RS	
Joice Pinho Maciel	
Joice Brochier Schneider	
Carlos Alberto Mendes Moraes	
Daiana Schwengber	

Kellen Cristine Pasqualetto

DOI 10.22533/at.ed.2062018066

CAPÍTULO 7 76

EDUCAÇÃO AMBIENTAL: RECICLAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS - CONSCIENTIZAÇÃO DE ALUNOS DE UMA ESCOLA MUNICIPAL EM TERESINA/PIAUÍ

Marina Luz da Silva
Margarita Maria López Gil
Carlos Emanuel Aires Guimarães
Leonardo Silva de Araújo Filho
Emannuelle Keyane Porto
Mariana Fontenele Ramos
Hildegard Elias Barbosa Barros
Lucas Gamaliel Andrade Fialho

DOI 10.22533/at.ed.2062018067

CAPÍTULO 8 86

PROPOSTA DE VALORIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE BORRACHA SILICONADA, PRÉ-VULCANIZADOS, PROVENIENTES DAS INJETORAS DE UMA INDÚSTRIA DE BORRACHA

Daniel Vieira Reis
Joice Pinho Maciel
Carlos Alberto Mendes Moraes
Daiane Calheiro Evaldt

DOI 10.22533/at.ed.2062018068

CAPÍTULO 9 96

LOGÍSTICA REVERSA DE PNEUS INSERVÍVEIS: UMA ANÁLISE DA CIDADE DE PORTO VELHO - RO COM RELAÇÃO A LEGISLAÇÃO VIGENTE

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

DOI 10.22533/at.ed.2062018069

CAPÍTULO 10 108

ESTUDO DE CASO: FUNDAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE UMA REDE DE COMERCIALIZAÇÃO DE COOPERATIVAS

Yuri Ongaro
Maíra de Souza Pereira
Juliana Navea
Raquel Pagan

DOI 10.22533/at.ed.20620180610

CAPÍTULO 11 115

DIREITO DE ACESSO À COLETA SELETIVA E O DESCUMPRIMENTO DAS METAS PELO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

Marli Aparecida Sampaio
Wanda Maria Risso Günther

DOI 10.22533/at.ed.20620180611

CAPÍTULO 12	128
OS DESAFIOS DE TRABALHAR A EDUCAÇÃO AMBIENTAL NAS ESCOLAS DE NÍVEL BÁSICO	
Aldenira Alves Dantas	
Fellipe Gustavo Silva Firmino dos Santos	
Karla Dayane Bezerra Cruz	
DOI 10.22533/at.ed.20620180612	
CAPÍTULO 13	138
GESTÃO DE RESÍDUOS: A PARTIR DO CONHECIMENTO EMPÍRICO	
Roseli Maria de Jesus Soares	
Renata Ramos Rocha de Mattos	
Geisila Patricia da Silva Saar	
DOI 10.22533/at.ed.20620180613	
CAPÍTULO 14	147
GESTÃO MUNICIPAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES E INSERÇÃO DE CATADORES DE MATERIAIS RECICLÁVEIS EM CAMPINA GRANDE-PB	
Monica Maria Pereira da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.20620180614	
SOBRE O ORGANIZADOR	170
ÍNDICE REMISSIVO	171

AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE BIOGÁS A PARTIR DE RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS DO CAMPUS DA PUC-RIO: TRATAMENTO, GERAÇÃO E PURIFICAÇÃO

Data da submissão: 10/03/2020

Data de aceite: 12/06/2020

Victor Lemos de Araujo e Mello

Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio), Departamento de Engenharia Química e Materiais (DEQM)

Rio de Janeiro - RJ

<http://lattes.cnpq.br/0508525210758017>

RESUMO: O mundo vive atualmente uma superprodução de lixo acompanhado do esgotamento de espaços junto a centros urbanos para o manejo correto desses resíduos. Quando não tratado, o lixo pode ser vetor de doenças, causador de mau cheiro e de poluição em fontes hídricas. Nesse contexto, se fazem necessários o desenvolvimento e aplicação de tecnologias que diminuam a geração e tratem o lixo sem a necessidade de aterros sanitários. A tecnologia da biodigestão vem sendo aplicada em diversos países, principalmente na área rural. Para o tratamento dos resíduos sólidos urbanos ainda são necessárias algumas adaptações no processo. No caso da PUC-Rio, temos como principais fontes de resíduos orgânicos: o refeitório universitário e as folhagens recolhidas no campus. Este trabalho tem como objetivo viabilizar um destino aos rejeitos do refeitório, não aproveitados nas composteiras já

existentes. O trabalho levou em consideração duas alterações em um projeto existente: a etapa de pré-tratamento e a utilização de água de um manancial degradado que corta o campus para atingir o percentual de sólidos orgânicos de 10%ST. Foi escolhido o modelo canadense de biodigestor com alimentação semi-contínua e temperatura mesofílica. Os cálculos indicaram que, considerando um TDH de 14 dias, o volume necessário é de 2,77m³ com altura de 0,75m e diâmetro 2,16m, e a uma COV de 3,52 kgSV/dia/m³. O volume previsto de biogás, considerando a utilização da água de um manancial degradado, é de 17m³CH₄/dia. A tecnologia de purificação recomendada foi a de ferro sólido umedecido descontinuamente com adição de NaOH, para a remoção, do H₂S, mais prejudicial aos geradores de energia e ao ambiente.

PALAVRAS-CHAVE: Digestão anaeróbia; Resíduos Sólidos Orgânicos; Biogás

EVALUATION OF BIOGASS PRODUCTION PROCESS FROM ORGANIC SOLID WASTE FROM PUC-RIO'S CAMPUS: TREATMENT, GENERATION AND PURIFICATION

ABSTRACT: The world has been living a trash overproduction and at the same time having less adequate disposal sites near urban areas. When disposed without any treatment trash can

cause diseases, bad scent and hydric sources contamination. On that scenario there is a rising need to develop and apply new technologies that might reduce waste generation or at least treat it locally. Biodigestion is been applied on many countries, mainly on it rural area. There are still some adjustments to this process so it can be widely used on urban waste treatment. At the PUC-Rio campus there are two main organic waste sources: the university's restaurant and leaves swiping. This research means to treat the food waste of the restaurant, which is not used on the already operational campus composting site. This research took in consideration two modifications on the current project: a pre-treatment phase and the use of sewer water, instead of treated, to achieve the totals solid content of 10%. The biodigestor model chosen was the Canadian with semi-continuous feed and mesophilic operational temperature. Considering the literature's hydraulic detention period of 14 days, the required volume was of 2,77m³ with 0,75m of diameter and a height/depth of 2,16m and an organic volumetric load of 3,52 kgVS/day/m³. The foreseen volumetric production of CH₄ is 17m³CH₄/day. The recommended purification technology is the stripping using solid iron discontinuously moistened with NaOH addition for the removal of the H₂S, which is more dangerous to the power generators and to the environment.

KEYWORDS: Anaerobic digestion; Organic Solid Waste; Biogas

1 | INTRODUÇÃO

A geração e processamento do lixo é um problema que cada vez mais chama atenção no mundo contemporâneo. Questões relacionadas à estocagem, tratamento e geração de subprodutos, como por exemplo, o chorume e gás metano, são apenas alguns das diversas barreiras da gestão de resíduos.

A geração excessiva dos resíduos sólidos urbanos (RSU) é o resultado direto do consumo excessivo e inconsciente que praticamos. O problema mais imediato é o armazenamento desses resíduos, dado a quantidade crescente de lixo e a escassez de terras livres nos grandes centros urbanos para seu descarte e tratamento. Nesse contexto o manejo dos rejeitos se torna um desafio eminente. (CORNIERI; FRACALANZA, 2010)

A pré-seleção entre resíduos que devem ser realmente descartados e os que podem ser inseridos em outras cadeias de processos é uma etapa que surge com a finalidade de evitar a sobrecarga nesses depósitos (ABRELPE, 2016). Esta ação, juntamente com os demais dos 7R's (Reduza, Repense, Responsabilize-se, Respeite, Recusa, Reaproveite e Recicle) formam um conjunto de diretrizes que estão presentes na Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) de 2010 (IDEC, 2018). A Tabela 1 apresenta de forma simplificada um panorama geral da gestão de RSU do Brasil.

Região	População	RSU Gerado (ton/dia)	Destino (ton/dia)		
			Aterros Sanitários	Aterros Controlados/ Lixão	Não Coletado
Norte	17740418	15444	4429	8071	2944
Nordeste	56915936	55186	15449	27906	11831
Centro-Oeste	15660988	16988	4845	11145	998
Sul	29439773	22127	14824	6163	1140
Sudeste (sem Rio)	69720956	83111	59954	21191	1966
Rio de Janeiro	16635996	21678	14688	6787	203
TOTAIS	206114067	214534	114189	81263	19082

Tabela 1. Valores Compilados de ABRELPE 2016

Tendo em vista que grande parte dos problemas sanitários (chorume e proliferação de vetores) e ambientais (gases de efeito estufa) são gerados pela parcela de carga orgânica presentes nos resíduos, o tratamento desta fração do lixo se torna extremamente importante. Com um percentual do volume total próximo a 50% no estado do Rio de Janeiro, o resíduo sólido orgânico tem tratamento promissor utilizando-se de tecnologias que empregam degradação biológica. A biodigestão tem recebido um grande destaque como solução para este cenário. Se comparada com a compostagem, outro método biológico, a digestão anaeróbia produz biogás, além do adubo orgânico, o produto principal da compostagem. Este gás rico em metano pode ser reaproveitado energeticamente de diversas maneiras. No cenário da PUC-Rio o biogás está sendo avaliado para a geração de energia elétrica. Cabe ressaltar que os processos de biodigestão têm sua aplicação clássica para dejetos animais e bioprocessos no geral são extremamente sensíveis a todo tipo de alteração, sendo assim difícil a mudança de substrato bem como de qualquer outro parâmetro ambiental do processo. Outro fator importante da biodigestão é que existem coprodutos indesejados como gás carbônico e sulfídrico. Este último recebe maior destaque, pois não só pode danificar equipamentos, como também é prejudicial ao meio ambiente. (FERREIRA, 2015).

2 | OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo complementar estudos preliminares à implementação de um biodigestor na PUC-Rio para tratar os rejeitos alimentares de seu refeitório universitário (RU). A relevância deste projeto se dá na possibilidade de tratamento *in loco* da fração orgânica de resíduos gerados no campus, que teriam como outro destino um aterro sanitário. Isso contribui para a descentralização do tratamento de rejeitos, que desafoga a já sobrecarregada rede de serviços existente.

O biodigestor tem como objetivo a produção de biogás para queima em geradores à combustão interna para fornecer energia elétrica a Estação de Educação Ambiental do NIMA/ PUC-Rio (Núcleo Integrado do Meio Ambiente da PUC-Rio). Será proposto dimensionamento,

sistema de purificação do biogás, captação de água para acondicionamento e etapas de pré-tratamento.

3 | METODOLOGIA

Dimensionamento e estimativas de parâmetros

Para o dimensionamento do biodigestor utilizou-se dados dos resíduos do refeitório universitário do campus existentes em BRANDÃO, 2018. O modelo do biodigestor escolhido foi o canadense, devido a simplicidade de implementação e a possibilidade de alimentação semi-contínua e temperatura de operação mesofílica (35°C). O dimensionamento foi realizado baseado no método descrito em LIMA, 2015, que propõe o uso da compostagem de curta duração como pré-tratamento a etapa de biodigestão, visando a redução do tempo de retenção do resíduo no biodigestor. Este pré-tratamento foi considerado nesse trabalho uma vez que já existem no campus da universidade 6 leiras de compostagem, pertencentes ao NIMA, em funcionamento.



Figura 1. Leiras de compostagem do NIMA (acervo do NIMA)

Como o RU não dispõe de separação dos resíduos classificados como “pós-consumo” todo este resíduo será encaminhado para o pré-tratamento, mesmo que possa ter um percentual SV/ST (>70%) que não justifique o pré-tratamento (LIMA, 2015). O dimensionamento foi feito via método VALORGÁS (REIS, 2012) para estimar volume de água para ajuste de SV/ST, volume e dimensões do biodigestor e prever a geração de biogás. Vale ressaltar que na parte do cálculo do TDH este valor foi estipulado pela literatura e o volume foi calculado em função deste valor, não o contrário, uma vez que esse método tem por fim reduzir o TDH do biodigestor.

ESTIMATIVA DA QUANTIDADE DE ÁGUA

Como o objetivo da água é apenas diluir o teor de sólidos na entrada, optou-se pela utilização da água de um manancial degradado existente dentro do campus (rio Rainha), por se tratar de uma fonte não tratada, abundante e com uma DBO que pode elevar o potencial de geração do gás metano (NEITZEL, 2015). Para o cálculo da massa de sólidos totais no substrato inicial (Msti) utiliza-se a produção diária de resíduos orgânicos (Pd) e o total de sólidos percentuais contido nessa quantidade diária (STi). O valor de STi será obtido de dados da literatura para substratos semelhantes aos utilizados.

$$Msti \left[\frac{kg}{dia} \right] = \frac{Pd \left[\frac{kg}{dia} \right] \times STi [\%]}{100} \quad [1]$$

O cálculo da massa total (água + sólidos), Mt, a ser alimentada no biorreator é dado a partir da expressão a seguir, onde STf indica o teor de sólidos totais no substrato final, é a quantidade percentual de sólido desejada no substrato (Mst).

$$Mt \left[\frac{kg}{dia} \right] = \frac{Mst \left[\frac{kg}{dia} \right] \times 100}{Stf [\%]} \quad [2]$$

A massa de água (Ma) é calculada, então pela subtração da massa de sólidos (Msti) da massa total calculada (Mt).

$$Ma \left[\frac{kg}{dia} \right] = Mt \left[\frac{kg}{dia} \right] - Pd \left[\frac{kg}{dia} \right] \quad [3]$$

O volume diário é obtido, então, pela definição de densidade utilizando Ma.

$$Va \left[\frac{m^3}{dia} \right] = \frac{Ma \left[\frac{kg}{dia} \right]}{\rho_a \left[\frac{kg}{m^3} \right]} \quad [4]$$

DIMENSIONAMENTO DO BIODIGESTOR

O tempo de detenção hidráulica (TDH) conforme indicado na literatura foi empregado para obtermos o volume do biodigestor (Vti)

$$Vti [m^3] = \frac{Mt \left[\frac{ton}{dia} \right]}{TDH [dia]} \quad [5]$$

Para um biodigestor junto ao gasômetro o Vt deve ser multiplicado por um valor da literatura:

$$Vt [m^3] = Vti [m^3] * 1,3 \quad [6]$$

Considerando o modelo cilíndrico, o diâmetro do biodigestor (D) e a altura (H) são calculados em função da relação altura/raio (H/R) de 0,7, recomendada para digestores de pequeno porte (REIS, 2012)

$$D[m] = \left[\left(\frac{V_{ti}[m^3]}{\pi} \times \frac{1}{H/R} \right)^{1/3} \right] \times 2 \quad [7]$$

$$R[m] = \frac{D[m]}{2} \quad [8]$$

$$H[m] = R[m] \times H/R \quad [9]$$

A carga orgânica volumétrica é então estipulada pela seguinte equação

$$COV \left[\frac{kg \text{ SV}}{m^3 \text{ dia}} \right] = \frac{SV/ST \left[\frac{kg \text{ SV}}{\text{dia}} \right]}{V_{ti}[m^3]} \quad [10]$$

ESTIMATIVA DO VOLUME DE BIOGÁS

A massa de sólidos voláteis (MSV) é calculada a partir do Msti e dados da literatura para ST/SV (RSO) dos tipos de resíduos utilizados.

$$MSV \left[\frac{kg}{\text{dia}} \right] = M_{sti} \left[\frac{kg}{\text{dia}} \right] \times SV/ST(RSO)[\%] \quad [11]$$

A MSV é então multiplicada pelo PM (potencial metanogênico – valor da literatura) para se estimar o volume de metano produzido.

$$V_{CH_4} \left[\frac{m^3 CH_4}{\text{dia}} \right] = MSV \left[\frac{kg}{\text{dia}} \right] \times PM \left[\frac{m^3 CH_4}{kg} \right] \quad [12]$$

ESCOLHA DE TRATAMENTO PARA PURIFICAÇÃO DO BIOGÁS

Foram avaliadas algumas alternativas para a etapa e remoção das impurezas contidas no biogás. As tecnologias incluídas no estudo foram: Adição de ar no biodigestor, adsorção com zeolita ou carvão ativado (CREMONEZ et. al, 2014), absorção com MEA/DEA ou ferro solido umedecido (CREMONEZ et al., 2014; KOCH, 2014), adsorção PSA, permeação de membranas (CREMONEZ et al., 2014; PROBIOGÁS, 2010) e remoção química (PROBIOGÁS, 2010). Vemos na figura 2 a necessidade de purificação do biogás de acordo com sua utilização. Optou-se por aquela que mais se adequa ao uso e escala requerida/ disponível pela PUC-Rio.

Tipo de uso do biogás	Nível de tratamento			Pressão mínima de trabalho
	Remoção de umidade	Remoção de H ₂ S	Remoção CO ₂	
Combustão direta (queimadores de gás)	Tratamento parcial	Tratamento parcial	Nenhum tratamento	-
Geração de calor (e.g.: combustível para caldeiras e aquecedores)	Tratamento parcial	Nenhum a tratamento completo	Nenhum tratamento	-
Cogeração de energia a partir de motores de combustão interna (MCI)	Tratamento parcial a completo	Tratamento parcial a completo (H ₂ S < 200 mg.m ⁻³)*	Nenhum a tratamento completo (CH ₄ ≥ 40,0%)	Compressão: > 3 bar*
Cogeração de energia a partir de turbinas e microturbinas	-	Turbina (H ₂ S < 10.000 ppmv)* Microturbina (H ₂ S < 50 ppmv)*	-	Pressão do combustível nas microturbinas: 345-552 kPa
Injeção na rede de gás natural	Tratamento completo (umidade < 70-80%)	Tratamento completo (H ₂ S < 10 mg.m ⁻³)	Tratamento completo (CH ₄ ≥ 96,5%)	Compressão: 5-70 bar**
Motores a gás (e.g.: biocombustível veicular)	Tratamento completo (umidade < 70-80%)	Tratamento completo (H ₂ S < 10 mg.m ⁻³)	Tratamento completo (CH ₄ ≥ 96,5%)	Compressão: 200 bar Teor energético: 13-21 MJ.m ⁻³

Figura 2. Necessidade de condicionamento do gás para diferentes usos – Ferreira 2015

* Variável de acordo com a demanda dos fabricantes das tecnologias de conversão energética.

** Variável dependendo da rede de gás natural.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dimensionamento e estimativas de parâmetros

Os dados da estimativa de volume de água do manancial, dimensionamento e estimativa de produção de biogás estão apresentados na tabela 2, 3 e 4.

Nome da Variável	Variável	Unidade	Valor	Fonte	Equação Utilizada
Produção diária	Pd	kg/dia	97,29	BRANDÃO 2018	[3]
Produção diária – resíduos alimentares mistos	Pd-ra	kg/dia	34,29	BRANDÃO 2018	[1]
Produção diária – resíduos frutas e verduras	Pd-fv	kg/dia	63,00	BRANDÃO 2018	[1]
Sólidos totais – resíduos alimentares mistos	ST-ra	%	22,25 %	BRANDÃO 2018*	[1]
Sólidos totais – resíduos frutas e verduras	ST-fv	%	12,09 %	BRANDÃO 2018*	[1]
Sólidos totais – media ponderada	Sti	%	15,67 %	calc	[1]
Sólidos totais desejados	STf	%	10 %	BRANDÃO 2018*	[2]
Massa de sólidos totais	Mst	kg/dia	15,25	calc	[2]
Massa total	Mt	kg/dia	152,46	calc	[3]
Massa de água	Ma	kg/dia	55,17	calc	[3]
Densidade da água	Pa	kg/m ³	1000	considerada	[4]

Volume diário de água	Va	m³/dia	0,055	calc	[4]
-----------------------	----	--------	-------	------	-----

Tabela 2. Estimativa da quantidade de água

* Dados compilados de varias fontes

Calc VG: calculado pelo método VALORGAS

Nome da Variável	Variável	Unidade	Valor	Fonte	Equação Utilizada
Razão sólidos voláteis/sólidos totais - resíduo alimentares mistos	sv/st-ra	%	91,0 %	BRANDÃO 2018*	[10]
Razão sólidos voláteis/sólidos totais - resíduo frutas e verduras	sv/st-fv	%	91,1 %	BRANDÃO 2018*	[10]
Razão sólidos voláteis/sólidos totais - resíduo frutas e verduras	sv/st-esg	%	52,0 %	NEITZEL 2015	[10]
Razão sólidos voláteis/sólidos totais - media ponderada	SV/ST	%	60,5 %	calc	[10]
Massa total	Mt	ton/dia	0,153	calc	[5]
Tempo de detenção hidráulica	TDH	dias	14	LIMA 2015	[5]
Volume do biodigestor calculado	Vti	m³	2,13	calc	[5]
Volume com margem da literatura	Vt	m³	2,77	calc	[6]
Razão raio/altura	HR	-	0,7	BRANDÃO 2018*	[7]
Diâmetro do biodigestor	D	m	2,16	calc	[7]
Raio do biodigestor	R	m	1,08	calc	[8]
Altura do biodigestor	H	m	0,75	calc	[9]
Carga orgânica volumétrica	COV	kgSV/dia/ m³	3,52	calc	[10]

Tabela 3. Resultados do dimensionamento do biodigestor

* Dados compilados de varias fontes

calc VG: calculado pelo método VALORGAS

Em comparação aos resultados do dimensionamento já feito para este mesmo cenário tivemos uma redução de 7,85m³ para 2,78m³ em decorrência da redução do TDH proporcionada pelo pré-tratamento com compostagem (BRANDÃO, 2018). Isso, além de representar possíveis economias na implementação do projeto, traz benefícios para a viabilização do projeto, tendo em vista o tamanho e a localização do campus em uma área urbana. A COV obtida é maior, mas deve-se levar em consideração a utilização da rede do rio que corta o campus, que possui carga orgânica aferida.

Nome da Variável	Variável	Unidade	Valor	Fonte	Equação Utilizada
Massa de sólidos voláteis - resíduo alimentar misto	MSV-ra	kgSV/dia	6,96	calc	[11]
Massa de sólidos voláteis - resíduo frutas e verduras	MSV-fv	kgSV/dia	6,94	calc	[11]
Massa de sólidos voláteis – agua do manancial	MSV-esg	kgSV/dia	28,69	NEITZEL 2015	[11]
Massa de sólidos voláteis	MSV	kgSV/dia	42,59	calc	[11]

Potencial metanogênico - resíduo alimentar misto	PM-ra	m ³ CH ₄ /kgSV	0,435	BRANDÃO 2018*	[12]
Potencial metanogênico - resíduo frutas e verduras	PM-fv	m ³ CH ₄ /kgSV	0,37	BRANDÃO 2018*	[12]
Potencial metanogênico - água do manancial	PM-esg	m ³ CH ₄ /kgSV	0,39	NEITZEL 2015	[12]
Potencial metanogênico -media ponderada	PM	m ³ CH ₄ /kgSV	0,394	calc	[12]
Volume de metano esperado	VCH ₄	m ³ CH ₄ /dia**	16,78	calc	[12]

Tabela 4. Estimativa de volume de CH₄ gerado

* Dados compilados de varias fontes

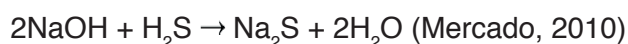
** Dado relativo à pressão e temperatura do biodigestor – semelhantes às CNTP

calc VG: calculado pelo método VALORGAS

Em comparação ao dimensionamento anteriormente proposto o volume de biogás previsto aumentou de 4,97m³ de metano para 16,78m³ isso se deve, em grande parte, à utilização da água do rio Rainha para equilíbrio do percentual de sólidos totais (%ST) na entrada do biodigestor. Esta carga orgânica extra representa um maior potencial de geração energética do sistema de biodigestão. Além disso, deixou-se de gastar todo o volume previsto de água tratada, cujas características não traziam nenhum tipo de benefício à tecnologia.

PURIFICAÇÃO DO BIOGÁS

Dentre as tecnologias avaliadas na literatura a absorção por ferro sólido umedecido descontinuamente se destacou pelo seu baixo custo de implementação, fácil manutenção e baixo custo dos insumos utilizados, além de se adequar bem à escala de produção dimensionada. A literatura ainda sugere a utilização de NaOH em solução com a água para aumentar a eficiência desta tecnologia. Esta otimização é decorrente da reação descrita na equação a baixo:



VISÃO GERAL

O diagrama presente na figura 2 apresenta o processo estudado.

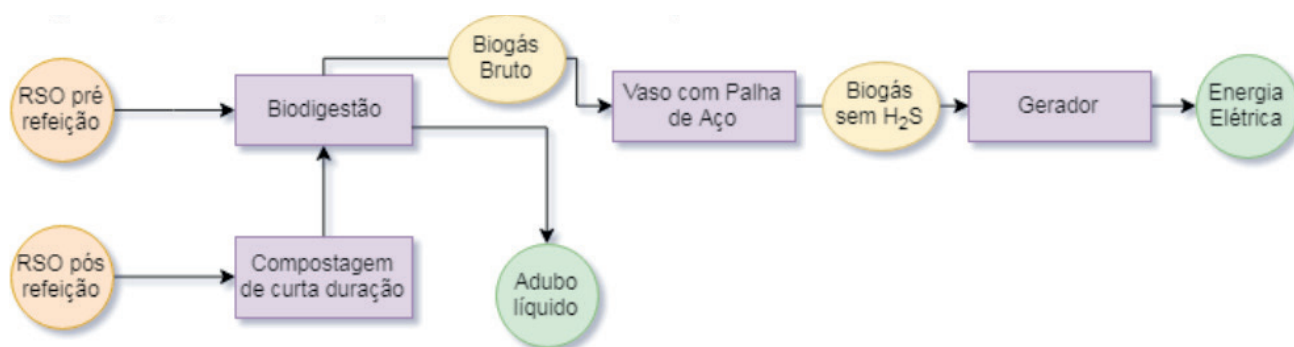


Figura 2 – Diagrama ilustrativo do projeto

5 | CONCLUSÃO

A biodigestão tem potencial para ser uma boa alternativa para o tratamento da fração orgânica de resíduos sólidos, principalmente em um cenário como de um refeitório universitário, que produz grandes quantidades centralizadas em um único espaço. Além de remover estes resíduos de aterros sanitários, esta tecnologia permite o reaproveitamento energético, além de gerar como coproduto adubo líquido. A integração com as leiras de compostagem, já presentes no *campus*, representa ainda possibilidade de otimização do processo sem custos adicionais de implementação. Se alcançadas as condições previstas, o sistema pode ter sucesso gerando energia para a rede do *campus*, além de alinhar mais o espaço da universidade às novas diretrizes ambientais que se fazem cada dia mais urgente.

Os resultados indicaram que a realização da etapa de pré-tratamento possibilitou significativa redução no projeto do biodigestor. Os resultados indicaram uma redução no volume do biodigestor de 64,6%, tendo sido obtido um volume de 2,77m³ com altura de 0,75m e diâmetro 2,16m. A carga orgânica volumétrica teve um valor superior (3,52 kgSV/dia/m³), muito devido também à utilização de água do manancial degradado em no lugar da tratada, tal valor pode gerar alguma instabilidade na operação do biodigestor, que isso deve ser avaliado.

A mudança de água tratada para água de efluente, não só caracteriza uma economia tanto ambiental como monetária como também aumentou significativamente o volume de metano previsto de 4,97m³ para 16,78m³/dia. Esse aumento é condizente se avaliarmos a massa de água com elevado teor de DQO que é introduzida em comparação com somente a de resíduos sólidos orgânicos.

A tecnologia de purificação deve ser ainda dimensionada para as características previstas do biogás de saída. Para futuras pesquisas dentro deste cenário é recomendada a implementação em escala reduzida para poder extrair dados mais precisos do gás produzidos, nas condições dimensionadas. Um estudo mais detalhado do processo de acondicionamento do gás, e a geração energéticas devem ser realizados para uma implementação completa do reaproveitamento energético. A viabilidade econômica deve ainda ser aferida, contudo pelo caráter ambiental e inovador do projeto a universidade pode ter benefícios não materiais que superem uma possível avaliação negativa.

O coproduto gerado, fertilizante líquido orgânico, pode também ser avaliado para manutenção de hortas e áreas verdes do *campus*, assim como já é feito com o composto das leiras de compostagem.

REFERÊNCIAS

ABRELPE. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. São Paulo, 51p., 2016

BRANDÃO, J. **Desenvolvimento do projeto de um biodigestor anaeróbio de resíduos alimentares da PUC-Rio**. Rio de Janeiro, 87p., 2018. Monografia (Graduação) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro

Conheça e pratique os 7 Rs do consumo sustentável. Idec - Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor, 2018. Disponível em: <<https://idec.org.br/consultas/dicas-e-direitos/pratique-os-7-rs-repense-respeite-responsabilize-se-recuse-reduza-reaproveite-e-recicle/>>. Acesso em: 20 de dezembro de 2018.

CORNIERI, M. G.; FRACALANZA, A. P. **Desafios do lixo em nossa sociedade.** Revista Brasileira de Ciências Ambientais, n,16, p. 57–64, 2010.

CREMONEZ, P. A. et al. **Main technologies available for biogas purification,** Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science, v.7, n.1, p.113-119, 2014.

FERREIRA, B. O. **Avaliação de um sistema de metanização de resíduos alimentares com vistas ao aproveitamento.** Belo Horizonte, 117p., 2015. Tese (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais.

KOCH, F. F. **Avaliação da viabilidade técnica quanto a obtenção de Biometano através da purificação de biogás em meio aquoso: um estudo de caso do projeto consórcio verde brasil.** Lajeado, 108p., 2014. Dissertação (Mestrado) – UNIVATES.

Lima Jr., R. G. S. **Estratégias de compostagem como pré-tratamento de resíduos sólidos orgânicos.** Rio de Janeiro, 209p., 2015. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro.

MERCADO, A. G. **Remoção de sulfeto de hidrogênio de biogás em instalação piloto com óxido de ferro.** Florianópolis, 124p., 2010. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina.

NEITZEL, J. **Potencial de produção de biogás da codigestão anaeróbia de resíduos de frutas e verduras e lodo de esgoto primário.** Florianópolis, 87p., 2015. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina.

PROBIOGÁS. **Guia Prático do Biogás - Geração e Utilização,** 234p., 2010.

REIS, A. S. **Tratamento de resíduos sólidos orgânicos em biodigestor anaeróbio.** Caruaru, 63p. 2012. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco

I

Impactos 13, 14, 17, 22, 36, 42, 49, 50, 66, 69, 73, 74, 87, 89, 97, 98, 104, 106, 140, 150, 161, 162, 163

Indicadores 28, 32, 35, 36, 38, 61, 66, 112, 113, 118, 166

Inovação social 25, 26, 27, 28, 30, 33, 37, 38

L

Legislação 40, 43, 45, 47, 48, 52, 84, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 106, 117, 149, 152, 155, 156, 157, 158, 160, 164, 165

Logística reversa 7, 40, 42, 43, 44, 45, 47, 48, 96, 97, 98, 99, 101, 102, 105, 106, 107, 113

M

Manejo de resíduos 65, 66, 117, 118

Meio ambiente 3, 12, 16, 17, 23, 25, 30, 33, 36, 38, 41, 43, 49, 50, 51, 54, 58, 60, 65, 66, 68, 69, 74, 77, 78, 83, 84, 100, 101, 102, 104, 106, 107, 117, 118, 128, 129, 130, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 139, 140, 145, 146, 147, 151, 152, 155, 156, 161

Modelos de gestão 28, 38, 44, 67, 68, 74

Mudanças 27, 28, 29, 35, 36, 77, 78, 130, 132, 140, 147, 149, 153, 155, 166

P

Parque ecológico 12, 13, 14, 16, 17, 20

Pneus inservíveis 96, 97, 98, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107

Política nacional de resíduos sólidos 37, 38, 40, 42, 48, 51, 55, 60, 64, 65, 74, 75, 84, 95, 97, 101, 109, 116, 126, 140, 146, 148, 167

Pré-tratamento 1, 4, 8, 10, 11

Problemas 3, 12, 14, 17, 28, 41, 50, 51, 60, 76, 78, 84, 103, 129, 133, 134, 135, 136, 138, 141

R

Recicláveis 25, 26, 27, 29, 30, 32, 33, 34, 35, 65, 69, 70, 72, 73, 74, 109, 114, 138, 145, 147, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168

Rede de cooperativas 108, 111, 113

Resíduos sólidos orgânicos 1, 10, 11, 166

Resíduos sólidos urbanos 1, 2, 30, 33, 38, 41, 50, 63, 64, 65, 67, 74, 113, 115, 166

S

Saneamento básico 68, 75, 117, 118, 126, 167

T

Termomecânica 88

U

Universalização 28, 115, 116, 117, 118, 119, 126

V

Valorização 28, 70, 72, 86, 87, 89, 93, 94

Vulnerabilidade 115, 117, 118, 120, 121, 122, 123, 124, 127

 **Atena**
Editora

2 0 2 0