



Helenton Carlos da Silva
(Organizador)

Engenharia
Ambiental e Sanitária:
Interfaces do Conhecimento

Atena
Editora

Ano 2019

Helenton Carlos da Silva
(Organizador)

Engenharia Ambiental e Sanitária: Interfaces do Conhecimento

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Natália Sandrini
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
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Faria – 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
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
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. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

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 Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
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
Profª Drª 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
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
E57	<p>Engenharia ambiental e sanitária [recurso eletrônico] : interfaces do conhecimento / Organizador Helenton Carlos da Silva. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Engenharia Ambiental e Sanitária. Interfaces do Conhecimento; v. 1)</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-693-5 DOI 10.22533/at.ed.935190910</p> <p>1. Engenharia ambiental. 2. Engenharia sanitária I. Silva, Helenton Carlos da. II. Série.</p> <p style="text-align: right;">CDD 628.362</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 “*Engenharia Ambiental e Sanitária Interfaces do Conhecimento*” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora, em seu I volume, apresenta, em seus 26 capítulos, discussões de diversas abordagens acerca da importância da engenharia ambiental e sanitária, tendo como base suas diversas interfaces do conhecimento.

Entre os muitos usuários da água, há um setor que apresenta a maior interação e interface com o de recursos hídricos, o setor de saneamento.

A questão das interfaces entre saneamento e recursos hídricos coloca-se no saneamento como usuário de água e como instrumento de controle de poluição, em consequência, de preservação dos recursos hídricos.

Estas interfaces, como linhas integradas prioritárias de pesquisa, relacionam-se ao desenvolvimento e a inovação, seja de caráter científico e tecnológico, entre as áreas de recursos hídricos, saneamento, meio ambiente e saúde pública.

Dentro deste contexto podemos destacar que o saneamento básico é envolto de muita complexidade, na área da engenharia ambiental e sanitária, pois muitas vezes é visto a partir dos seus fins, e não exclusivamente dos meios necessários para atingir os objetivos almejados.

Neste contexto, abrem-se diversas opções que necessitam de abordagens disciplinares, abrangendo um importante conjunto de áreas de conhecimento, desde as ciências humanas até as ciências da saúde, obviamente transitando pelas tecnologias e pelas ciências sociais aplicadas. Se o objeto saneamento básico encontra-se na interseção entre o ambiente, o ser humano e as técnicas podem ser facilmente traçados distintos percursos multidisciplinares, potencialmente enriquecedores para a sua compreensão.

Neste sentido, este livro é dedicado aos trabalhos relacionados a estas diversas interfaces do conhecimento da engenharia ambiental e sanitária. A importância dos estudos dessa vertente é notada no cerne da produção do conhecimento, tendo em vista o volume de artigos publicados. Nota-se também uma preocupação dos profissionais de áreas afins em contribuir para o desenvolvimento e disseminação do conhecimento.

Os organizadores da Atena Editora agradecem especialmente os autores dos diversos capítulos apresentados, parabenizam a dedicação e esforço de cada um, os quais viabilizaram a construção dessa obra no viés da temática apresentada.

Por fim, desejamos que esta obra, fruto do esforço de muitos, seja seminal para todos que vierem a utilizá-la.

Helenton Carlos da Silva

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
A CONSCIENTIZAÇÃO EM EDUCAÇÃO AMBIENTAL, COM OS ATORES ENVOLVIDOS NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL	
Luis Fernando Moreira Rudson Adriano Rossato da Luz Eberson Cordeiro de Almeida	
DOI 10.22533/at.ed.9351909101	
CAPÍTULO 2	15
ESCRITÓRIO DE PROJETOS DE INOVAÇÃO	
Silvio Rocha da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.9351909102	
CAPÍTULO 3	25
A TRANSFORMAÇÃO DIGITAL NA SABESP	
Diogo Ávila de Castro Wagner Preda de Queiroz Rérison Otoni Araujo José Luis Januário	
DOI 10.22533/at.ed.9351909103	
CAPÍTULO 4	43
XII-015 - APLICAÇÃO DE MÉTODOS ESTATÍSTICOS PARA DETERMINAR CONFIABILIDADE DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ELÉTRICA	
Floriano do Ó do Nascimento Júnior	
DOI 10.22533/at.ed.9351909104	
CAPÍTULO 5	51
DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL PARA A RECICLAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS: ESTRATÉGIAS E INSTRUMENTOS	
Tainá Ângela Vedovello Bimbati Emília Wanda Rutkowski	
DOI 10.22533/at.ed.9351909105	
CAPÍTULO 6	64
DIAGNÓSTICO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE SAÚDE A PARTIR DE UMA FERRAMENTA DE AUTOANÁLISE	
Luiza Portz Rosí Cristina Espíndola da Silveira Ênio Leandro Machado Lourdes Teresinha Kist	
DOI 10.22533/at.ed.9351909106	

CAPÍTULO 7 75

DIAGNÓSTICO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS EM UM JARDIM BOTÂNICO

Eduardo Antonio Maia Lins
Natália de Cássia Silva Melo
Luiz Oliveira da Costa Filho
Luiz Vital Fernandes Cruz da Cunha
Sérgio Carvalho de Paiva
Fábio José de Araújo Pedrosa
Cecília Maria Mota Silva Lins
Andréa Cristina Baltar Barros
Maria Clara Pestana Calsa
Adriane Mendes Vieira Mota
Roberta Richard Pinto
Daniele de Castro Pessoa de Melo

DOI 10.22533/at.ed.9351909107

CAPÍTULO 8 86

DINÂMICA DO SÓDIO EM ARGISSOLO IRRIGADO COM PERCOLADO DE ATERRO SANITÁRIO E ÁGUA DE ABASTECIMENTO

Daniela da Costa Leite Coelho
Ana Beatriz Alves de Araújo
Rafael Oliveira Batista
Paulo César Moura da Silva
Nildo da Silva Dias
Ketson Bruno da Silva
Fabrícia Gratyelli Bezerra Costa
Francisco de Oliveira Mesquita
Alex Pinheiro Feitosa

DOI 10.22533/at.ed.9351909108

CAPÍTULO 9 97

EVOLUÇÃO DE ADESÃO DA COLETA SELETIVA NOS MUNICÍPIOS DO ESTADO DO PARANÁ DE 2002 A 2017

Leticia Framesche
Thiago Silva Souza
Ivonete de Souza Gabriel
Ana Paula Tanabe
Máriam Trierveiler Pereira

DOI 10.22533/at.ed.9351909109

CAPÍTULO 10 108

EXPOSIÇÃO COMBINADA A MÚLTIPLOS CONTAMINANTES AMBIENTAIS: CONCEITOS E ANÁLISE EXPLORATÓRIA

Ana Lúcia Silva

DOI 10.22533/at.ed.93519091010

CAPÍTULO 11 128

FAXINEIRA DE SOLOS

Luiza Mayumi Hirai

DOI 10.22533/at.ed.93519091011

CAPÍTULO 12	132
GEOPROCESSAMENTO APLICADO NA ANÁLISE DE SUSCETIBILIDADE E VULNERABILIDADE EM BOÇOROCA URBANA-RURAL	
Fabrícia Vieira	
Paulo Sérgio de Rezende Nascimento	
DOI 10.22533/at.ed.93519091012	
CAPÍTULO 13	143
ESTUDO COMPARATIVO ENTRE AS CONCENTRAÇÕES DE HORMÔNIOS REPORTADOS EM MATRIZES AMBIENTAIS AQUOSAS NO BRASIL E NO EXTERIOR	
Thamara Costa Resende	
João Monteiro Neto	
Taiza dos Santos Azevedo	
Sue Ellen Costa Bottrel	
Renata de Oliveira Pereira	
DOI 10.22533/at.ed.93519091013	
CAPÍTULO 14	167
IDENTIFICAÇÃO DOS PRINCIPAIS PROBLEMAS REFERENTES AO DESPERDÍCIO DE ÁGUA EM PRÉDIOS PÚBLICOS DO SETOR DE EDUCAÇÃO DA ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL NO VALE DO RIBEIRA - SP	
Luciano Zanella	
Wolney Castilho Alves	
DOI 10.22533/at.ed.93519091014	
CAPÍTULO 15	180
INOVAÇÃO DE PROCESSO – UM ESTUDO DE CASO SOBRE A EFICIÊNCIA COMERCIAL	
Vanderléia Loff Lavall	
Cesar Augusto Ramos	
DOI 10.22533/at.ed.93519091015	
CAPÍTULO 16	190
METODOLOGIA PARA IMPLANTAÇÃO DO PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS EM INSTITUIÇÕES	
Clauciana Schmidt Bueno de Moraes	
Larissa Marchetti Dolphine	
Adriana Yumi Maeda	
Danielle Mayara Pereira Lobo	
Bruna Ferrari Felipe	
Ananda Islas da Silva	
Stephani Cristine de Souza Lima	
Willian Leandro Henrique Pinto	
Flávia Moretto Paccola	
DOI 10.22533/at.ed.93519091016	
CAPÍTULO 17	203
MONTAGEM E MANUTENÇÃO DE TUBULAÇÕES EM PEAD COM GRANDES DIÂMETROS	
Renato Augusto Costa dos Santos	
José Leandro Alves de Oliveira	
Felipe Augusto Eiras de Resende	
DOI 10.22533/at.ed.93519091017	

CAPÍTULO 18 216

PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA DE PROCESSOS DE BIODIGESTÃO ANAERÓBIA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS PARA A IMPLANTAÇÃO EM MUNICÍPIOS DE PEQUENO A MÉDIO PORTE

Cláudia Echevengua Teixeira
Débora do Carmo Linhares
Patrícia Léo
Thomaz de Gouveia
Letícia dos Santos Macedo
Bruna Patrícia de Oliveira
Gilberto Martins

DOI 10.22533/at.ed.93519091018

CAPÍTULO 19 228

REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS AGRÍCOLAS E INDUSTRIAIS PARA A PRODUÇÃO DE BIOFERTILIZANTE

Ivan Cesar Tremarin
Dionei Minuzzi Dalevati
Ênio Leandro Machado
Odorico Konrad
Camila Hasan

DOI 10.22533/at.ed.93519091019

CAPÍTULO 20 241

REMOÇÃO DE AMÔNIA POR ADSORÇÃO COM ARGILA BENTONITA

Juliana Dotto
Aline Roberta de Pauli
Isabella Cristina Dall' Oglio
Fernando Rodolfo Espinoza-Quiñones
Helton José Alves

DOI 10.22533/at.ed.93519091020

CAPÍTULO 21 251

RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA NO ESTADO DE SÃO PAULO, BRASIL: ORIENTAÇÕES, DIRETRIZES E CRITÉRIOS

Neyton Hideki Tadeu Araki
Maria Fernanda Sala Minucci

DOI 10.22533/at.ed.93519091021

CAPÍTULO 22 263

A URBANIZAÇÃO E O DESENCADEAMENTO DE PROCESSOS EROSIVOS EM ÁREA DE PRESERVAÇÃO AMBIENTAL NA CIDADE DE MARINGÁ-PR

Lourival Domingos Zamuner
Cláudia Telles Benatti
Bruno Henrique Toná Juliani
Cristhiane Michiko Passos Okawa

DOI 10.22533/at.ed.93519091022

CAPÍTULO 23 272

ANÁLISE DE IMPACTO AMBIENTAL EM UM COMPLEXO EÓLICO

Eduardo Antonio Maia Lins
Maria Juliana Miranda Correia da Cruz
Luiz Oliveira da Costa Filho
Luiz Vital Fernandes Cruz da Cunha
Sérgio de Carvalho Paiva
Fábio José de Araújo Pedrosa
Cecília Maria Mota Silva Lins
Andréa Cristina Baltar Barros
Maria Clara Pestana Calsa
Adriane Mendes Vieira Mota
Roberta Richard Pinto
Daniele de Castro Pessoa de Melo

DOI 10.22533/at.ed.93519091023

CAPÍTULO 24 285

EFEITOS DE DILUIÇÕES DE ÁGUA PRODUZIDA DO PETRÓLEO NO DESENVOLVIMENTO DO GIRASSOL CULTIVADO EM CASA DE VEGETAÇÃO

Audilene Dantas da Silva
Rafael Oliveira Batista
Fabrícia Gratyelli Bezerra Costa Fernandes
Leonardo Cordeiro da Silva
Igor Estevão Sousa Medeiros
Jéssica Sousa Dantas
Juli Emille Pereira de Melo
Emmilia Priscila Pinto do Nascimento
Raionara Dantas Fonseca
Antonio Diego da Silva Teixeira
Ana Beatriz Alves de Araújo
Aline Daniele Lucena de Melo Medeiros

DOI 10.22533/at.ed.93519091024

CAPÍTULO 25 297

RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL: A DISPOSIÇÃO ILEGAL E SEUS IMPACTOS NA RESILIÊNCIA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO

Kátia Regina Alves Nunes
Cláudio Fernando Mahler
Orlando Sodré Gomes

DOI 10.22533/at.ed.93519091025

CAPÍTULO 26 303

EFEITO DA ADIÇÃO DE ÁGUA AO LODO DE ESGOTO NA BIODIGESTÃO ANAERÓBICA EM BIODIGESTOR

Ariane da Silva Bergossi
Juliana Lobo Paes
Priscilla Tojado dos Santos
Romulo Cardoso Valadão
Maxmillian Alves de Oliveira Merlo
Guilherme Araujo Rocha
João Paulo Barreto Cunha

DOI 10.22533/at.ed.93519091026

SOBRE O ORGANIZADOR.....	315
ÍNDICE REMISSIVO	316

DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL PARA A RECICLAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS: ESTRATÉGIAS E INSTRUMENTOS

Tainá Ângela Vedovello Bimbati

Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo – Departamento de Saneamento e Ambiente – Laboratório de Estudos em Redes Técnicas e Sustentabilidade Socioambiental (FLUXUS).
Campinas, São Paulo.

Emília Wanda Rutkowski

Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo – Departamento de Saneamento e Ambiente – Laboratório de Estudos em Redes Técnicas e Sustentabilidade Socioambiental (FLUXUS).
Campinas, São Paulo.

RESUMO: A disposição de resíduos sólidos no solo caracteriza um processo linear “do berço ao túmulo” em que os produtos são desenvolvidos na lógica dos seres vivos e ao perderem sua vitalidade são aterrados. No entanto, esta dinâmica descumpra as diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos, prejudica a saúde e a qualidade ambiental e representa um desperdício de recursos. Os primeiros movimentos a questionarem esse modelo de produção e geração de resíduos surgiram no início da década de 60. Novas abordagens passaram a lidar com os problemas de poluição ocasionados pelo sistema produtivo e o setor industrial reconheceu a necessidade

de adaptar seu processo produtivo a partir de um viés ambiental. O objetivo deste trabalho foi apresentar instrumentos e estratégias industriais para a reciclagem de resíduos sólidos. A metodologia, de caráter qualitativo e exploratório, fundamentou-se em pesquisa bibliográfica sobre o desenvolvimento da reciclagem pelas indústrias. Os resultados mostraram que a indústria passou a incorporar princípios da ecologia industrial em seus processos industriais até o desenvolvimento do conceito “do berço ao berço”. Estas estratégias proporcionaram uma nova abordagem para os resíduos sólidos e a indústria reconheceu a matéria prima associada aos subprodutos de um processo e desenvolveu mecanismos para a sua recuperação e reintrodução na cadeia produtiva. Instrumentos e estratégias orientados aos produtos, aos processos produtivos e à cadeia produtiva, com vistas ao reaproveitamento dos materiais contidos em seus produtos e subprodutos, viabilizam a reciclagem dos materiais que compõem os resíduos sólidos.

PALAVRAS-CHAVE: Gerenciamento de resíduos sólidos, Reciclagem, Ecologia Industrial, Responsabilidade Estendida do Produtor, Berço ao berço.

INDUSTRIAL DEVELOPMENT FOR SOLID

ABSTRACT: The solid waste disposal on the soil defines a linear “cradle to grave” process in which products are developed under a living being perspective and get buried when they lose their vitality. However, this dynamics does not accomplish the Solid Waste National Policy’s guidelines, harms health and environmental quality and represents waste of resources. The first initiatives to question this production model and waste generation bloomed on the early 60’s. New approaches started to deal with the pollution issues caused by the production system and the industrial sector recognized the need to adapt its production process from an environmental bias. The objective of this work was to present the industrial instruments and strategies for solid waste recycling. The methodology, qualitative and exploratory, is based on bibliographic research about the recycling development in the industry. The results showed that industry began to incorporate principles of industrial ecology into its industrial processes up to the development of the “cradle to cradle” concept. These strategies enabled a new approach to the solid waste and the industry recognized the raw material associated to the by-products of a process and developed mechanisms to recover and reintroduce them into the production chain. Instruments and strategies oriented to the products, production chain and processes, pointing to the materials reuse in their respective products and by-products, enable the recycling of materials which compose solid waste.

KEYWORDS: Solid waste management, Recycling, Industrial ecology, Expanded Responsibility Producer, Cradle to cradle.

1 | INTRODUÇÃO

Ao longo do tempo, eventos na área ambiental contribuíram para o desenvolvimento de uma abordagem industrial para a reciclagem. O desenvolvimento tecnológico produziu um aumento significativo de resíduos complexos de difícil decomposição, configurando um cenário contínuo de deterioração ambiental com necessidade de mudanças nos sistemas produtivos (DEMAJOROVIC, 1995; BRAGA, 2005). Segundo LIMA (2008), a partir da década de 90, o setor empresarial, impulsionado inicialmente pela economia financeira, assumiu um posicionamento mais concreto frente às questões ambientais e para tratar os problemas de poluição de forma preventiva, adaptando o sistema produtivo rumo a uma produção mais limpa e minimizando as perdas ao longo do processo.

A sustentabilidade ambiental passou a ser considerada uma palavra-chave na agenda industrial. O setor criou Organizações Não Governamentais para participar das discussões ambientais. Nas preparativas para a RIO 92, 48 dos maiores líderes empresariais do planeta criaram, em 1990, o Conselho Empresarial para o Desenvolvimento Sustentável (BCSD) para responder às exigências da sociedade quanto às questões ambientais e estabelecer um diálogo sobre o desenvolvimento

sustentável. Desta Conferência resultou a Agenda21, que propôs aos governos e indústrias, dentre outras, a necessidade de novos modelos e instrumentos para a gestão ambiental. Em seu capítulo 21, remete a necessidade de mudanças nos padrões de produção e consumo de modo a envolver o conceito de gestão integrada do ciclo de vida – através da redução, reutilização e reciclagem para um manejo ambientalmente saudável dos resíduos sólidos.

Mais tarde, em 1995, o setor formou o Conselho Empresarial Mundial para o Desenvolvimento Sustentável (WBCSD) que passou a incluir a ecoeficiência em seus programas de trabalho, difundindo-a como uma estratégia de negócio. O compromisso mundial acerca da responsabilidade social e ambiental por parte das indústrias foi selado no início do século XXI com o Pacto Global, preparado pela Organização das Nações Unidas (ONU) a partir de princípios derivados da Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento para implementar a Agenda21 Mundial.

De um modo geral, a partir da década de 90, a indústria passou a reconhecer os impactos de seus produtos e processos e propôs-se a desenvolver uma série de instrumentos e estratégias de gestão ambiental adotados aos produtos, processos e à cadeia produtiva de maneira preventiva. Aliado a isto, a introdução do conceito ciclo de vida do produto e a diferenciação de rejeitos e resíduos contribuíram para priorizar um comportamento diferenciado nos setores de produção e consumo (DEMAJOROVIC, 1995). Como o resíduo está associado a existência de um subproduto do processo cuja matéria prima pode ser recuperada e reintroduzida na produção, a indústria desenvolveu uma abordagem sobre a reciclagem dos resíduos.

Este trabalho teve como objetivo apresentar os instrumentos e estratégias industriais para a reciclagem de resíduos sólidos.

2 | METODOLOGIA

Esta pesquisa foi desenvolvida a partir de uma abordagem qualitativa de cunho exploratório sobre o desenvolvimento industrial da reciclagem de resíduos sólidos. A metodologia utilizada neste trabalho baseou-se em uma pesquisa bibliográfica sobre o histórico da abordagem da reciclagem pelas indústrias, incluindo trabalhos científicos, livros e outras publicações pertinentes sobre o tema.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a premissa de que o setor industrial precisa adaptar seu processo produtivo de modo a fabricar produtos a partir de um viés ambiental, alguns instrumentos e estratégias podem auxiliar na reciclagem dos materiais. A incorporação de princípios na cadeia produtiva, em processos produtivos e/ou diretamente nos produtos pode

facilitar a reciclagem dos materiais que compõem os resíduos sólidos, assim como otimizar o uso de energia e matérias primas e reduzir as perdas desnecessárias.

Os primeiros movimentos a questionarem o modelo de produção e geração de resíduos caracterizados em um processo linear denominado por McDonough e Braungart (2002) como “do berço ao túmulo”, surgiram no início da década de 60. A partir de então, foram sugeridas novas abordagens para lidar com os problemas de poluição ocasionados pelo sistema produtivo. Na Dinamarca, em Kalundborg, ocorreu o primeiro exemplo de Simbiose Industrial, que assim como na ecologia, refere-se a uma associação benéfica entre seres vivos. Segundo Chertow (2000), isto envolve integrar as indústrias possibilitando trocas de materiais, energia, água e subprodutos, tais como refinarias de petróleo, de energia, de fabricação de gesso e farmacêutica compartilharam águas subterrâneas, superficiais e residuais, vapor e eletricidade e trocaram uma variedade de resíduos que se tornam matérias-primas em outros processos. Além disso, essa sinergia oferecida pela proximidade geográfica traria às indústrias alguma vantagem competitiva (CHERTOW, 2000).

Apartir desta primeira iniciativa, em 1963, Frederick Barnard introduziu o conceito de Ecologia Industrial, que fora difundido mais tarde por Frosch e Gallopoulos, em 1989. Esta estratégia fundamenta-se na criação de processos industriais em ciclos fechados tal como os processos naturais. Essa abordagem trouxe uma nova perspectiva ao tratamento e à destinação dos resíduos sólidos no setor industrial. Os resíduos gerados durante o processo produtivo passam a ser utilizados como insumos em outro estágio.

Segundo Demajorovic (1995), na década de 70, movimentos ambientalistas do mundo todo intensificaram os questionamentos às tradicionais formas de destinação dos resíduos sólidos. A Conferência de Estocolmo, em 1972, foi o primeiro grande encontro internacional com representantes de diversas nações que se propôs a discutir os problemas ambientais. Na ocasião, o setor industrial foi reconhecido como o principal gerador de poluição. A Declaração de Estocolmo estabeleceu 26 princípios orientados para a preservação e melhoria do meio ambiente referente à utilização de recursos naturais e poluição atmosférica, da água e do solo provenientes da industrialização. Em 1987, a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento da ONU publicou o Relatório de *Brundtland* “Nosso Futuro Comum” para orientar as indústrias a adotarem processos mais eficientes na utilização de recursos para que gerem menos resíduos e poluição a fim de minimizar os impactos negativos sobre a saúde humana e o ambiente (MCDONOUGH e BRAUNGART, 2002). A introdução do conceito de desenvolvimento sustentável viria a sugerir um novo padrão de uso de recursos naturais, produção e consumo que considerasse a garantia de recursos para as próximas gerações.

As discussões foram amadurecidas na RIO 92 por 179 países presentes. Foi assinada a Agenda 21, que reconheceu a necessidade estratégica da adoção de novos instrumentos de gestão ambiental no processo produtivo para embasar

a indústria na sustentabilidade socioambiental e passou a incentivar a adoção da ecoeficiência (LIMA, 2008; CABRERA, 2010). Especificamente no que diz respeito aos resíduos sólidos, em seu capítulo 21, a Agenda21 discorre para além da disposição final ou de seu aproveitamento. Sugere que para um manejo saudável e adequado é fundamental uma mudança dos padrões insustentáveis de produção e consumo e utilizar o conceito de gestão integrada do ciclo de vida a partir da redução, reutilização e reciclagem. A introdução do conceito ciclo de vida do produto e a diferenciação de rejeitos e resíduos contribuíram para priorizar um comportamento diferenciado nos setores de produção e consumo (DEMAJOROVIC, 1995).

Dez anos após a RIO92, durante a reunião da Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável em Johannesburgo, na África do Sul, foram estabelecidas metas para a implementação da Agenda 21 em âmbito mundial e a avaliação dos obstáculos encontrados para atingir as metas da RIO92 e dos resultados alcançados. E em 2012, na Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável (CNUDS) Rio + 20, que aconteceu no Rio de Janeiro, Brasil, a participação dos líderes dos países com relação ao desenvolvimento sustentável foi renovada e reafirmada. O documento final “O Futuro que Queremos” criou os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), que devem substituir os Objetivos do Milênio da ONU a partir de 2015.

No início da década de 90, o setor empresarial passou a participar das discussões ambientais. Nas preparativas para a RIO 92, 48 dos maiores líderes empresariais do planeta criaram, em 1990, o Conselho Empresarial para o Desenvolvimento Sustentável, uma Organização Não Governamental para responder às exigências da sociedade quanto às questões ambientais e estabelecer um diálogo sobre o desenvolvimento sustentável. Em 1995, o Conselho Mundial da Indústria para o Meio Ambiente (WICE) e o BCSD se unem para formar o Conselho Empresarial Mundial para o Desenvolvimento Sustentável.

Esta representação das indústrias mostrou a tomada da responsabilidade de se tornarem parte da solução à medida em que incluíram a ecoeficiência em seus programas de trabalho difundindo-a como uma estratégia de negócio rumo à sustentabilidade. A sustentabilidade ambiental passou a ser considerada uma palavra-chave na agenda industrial. A indústria passou a reconhecer os impactos decorrentes de seus produtos e processos e se propôs a desenvolver instrumentos e estratégias de gestão ambiental e alterações no modelo de produção de maneira preventiva adotados aos produtos, processos e à cadeia produtiva adequando sua postura perante o meio ambiente.

A partir da década de 90 surgiu uma série de instrumentos para orientar a maneira como a indústria deveria tratar o meio ambiente e orientar alterações no modelo de produção de maneira preventiva. Estas iniciativas concentraram-se a orientar mudanças significativas no processo produtivo, implicando em uma série de alterações no comportamento de diversos atores da cadeia produtiva.

Em 1990, o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) estabeleceu princípios que constituíram a Produção Mais Limpa (P+L), que funcionam como medidas preventivas integrada aos processos, produtos e serviços para aumentar a ecoeficiência e reduzir os riscos ao homem e ao meio ambiente. Assumindo que a geração de resíduos é uma ineficiência do processo produtivo e um desperdício de matéria prima e insumos, a P+L prioriza a melhoria contínua das atividades produtivas, tanto nas tecnologias de processos como na própria gestão da empresa (LIMA, 2008). Além da conservação de recursos naturais e de energia, incluem a redução da quantidade e da toxicidade dos resíduos, rejeitos e emissões resultantes do processo produtivo. A adoção destas medidas contribui para a redução dos impactos negativos ao longo do ciclo de vida de um produto (PNUMA, 2005).

No mesmo ano, a Agência de Proteção Ambiental Norte-Americana (USEPA) lançou o Programa de Prevenção à Poluição (P2) com o objetivo de controlar as emissões e reduzir, eliminar e prevenir os resíduos industriais por meio da modificação dos processos produtivos para produzir menos resíduos, reutilizar e reciclar materiais ao invés de descartá-los (USEPA, 1992). Estas iniciativas concentraram-se a orientar mudanças significativas no processo produtivo, implicando em uma série de alterações no comportamento de diversos atores da cadeia produtiva.

A Responsabilidade Estendida do Produtor (REP) foi citada em 1990, na Suécia, pela primeira vez nos discursos ambientais, como um instrumento que viria a interferir significativamente na gestão dos resíduos sólidos e nos processos produtivos do mundo todo. O termo foi utilizado pelo Ministro de Recursos Ambientais e Naturais da Suécia, Thomas Lindhqvist, como uma estratégia de proteção ambiental na diminuição dos impactos ambientais dos produtos (ROSSEM, TOJO e LINDHQVIST, 2006). Segundo a Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD) trata-se de uma “abordagem da política ambiental na qual a responsabilidade física e/ou financeira dos fabricantes de um produto é estendida ao estágio de pós-consumo de seu ciclo de vida” (OECD).

Esta iniciativa europeia responsabilizou os fabricantes por todo o ciclo de vida de seus produtos, especialmente por seu retorno, reciclagem e disposição final e serviu de influência para a criação de legislações sobre responsabilidade pós-consumo no mundo todo como um princípio norteador para orientar e viabilizar a reinserção dos materiais. No Brasil, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) estabeleceu em 2010 o conceito de responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos. Neste sentido, tanto a REP quanto a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos funcionam como princípios norteadores na reinserção dos materiais à cadeia produtiva.

Em 1992, o setor de eletroeletrônicos, por meio da Associação Americana de Eletrônicos, passou a reconhecer os impactos ambientais ocasionados na produção e no descarte dos equipamentos eletrônicos e observou a necessidade de integrar preocupações ambientais na etapa da concepção dos produtos eletrônicos

(BEVILACQUA, CIARAPICA e GIACCHETTA, 2012) através do conceito de Projetar para o Meio Ambiente – *Design for Environment*. Embora tenha surgido especificamente para produtos eletrônicos, sua adoção começou a ser amplamente utilizada pelas indústrias de todos os setores. O termo foi adotado como um programa da Agência de Proteção Ambiental Americana. Hoje recebe nomes como *Life Cycle Design*, *Green Design* e, conforme Vezzoli e Manzini (2008), numa perspectiva mais ampla, *Ecodesign*.

Os produtos são projetados de modo que sejam o menos danoso possível ao meio ambiente, tanto na concepção, produção, distribuição e utilização (VEZZOLI e MANZINI, 2008). O Projetar para o Meio Ambiente reforça a necessidade de que cada parte do produto seja projetada priorizando a reutilização ou, quando não for possível, a recuperação do material. A intenção é trazer os materiais de volta ao ciclo técnico ou ao ciclo biológico. Ao considerar todo o ciclo de vida do produto, o projeto inclui os custos de fabricação, reparo, retorno e destinação final (SRIVASTAVA, 2007), ocasionando em uma redução de custos, tempo e energia a longo prazo. Eichner e Pethig (2001) destacam a importância do Projetar para o Desmonte, já Sakundarini et al. (2014) chama a atenção para o Projetar para a Reciclagem - *Design for Recycling (DfR)* que se fundamenta na combinação da concepção do produto com as práticas de reciclagem a fim de minimizar a perda dos materiais.

Segundo Coltro (2007), os estudos sobre a Análise de Ciclo de Vida (ACV), embora tenham se iniciado na década de 60 com a crise do petróleo e a preocupação acerca dos limites da extração de recursos minerais e tomado força na década de 80, só expandiram de fato na década de 90 com a sua normalização pela série de normas da ISO 14040. A primeira metodologia de ACV somente foi elaborada e divulgada em 1993 pela Sociedade de Química e Toxicologia Ambiental (SETAC). Muitos conceitos foram adotados pela *International Organization for Standardization* (ISO) que, em 1997 elaborou a ISO 14040 - Gestão ambiental, avaliação do ciclo de vida, princípios e estrutura, e as subsequentes 14041, 14042, 14043. Em 2006, junto com a ISO 14044, recebeu uma nova versão que cancelou as anteriores.

A ACV trata-se de uma ferramenta de avaliação dos impactos ambientais potenciais associados a produtos e/ou atividades ao longo de todo o ciclo de vida do produto, desde a extração da matéria-prima e produção até a circulação, o uso, disposição final ou reciclagem. A abrangência da avaliação depende das características do próprio produto e da decisão estratégica de ampliar a ferramenta ou de ajustar a características selecionadas ou mais relevantes.

Baseado nisso, em 1998 a indústria criou um mecanismo para comunicar ao consumidor os ganhos em eficiência ambiental de um produto e sua embalagem: a Rotulagem Ambiental. A ISO estabeleceu uma série de normas 14020 que, além de descrever os princípios gerais, regulamenta o desenvolvimento e o uso dos rótulos e declarações ambientais em três tipos: rotulagem ambiental (tipo I), autodeclarações ambientais (tipo II) e declarações ambientais do (tipo II) (ABRE, 2016).

Mesmo com a existência de instrumentos e estratégias que já comprovassem a sua aplicação, em 2002, McDonough e Braungart (2002) criaram o conceito “do berço ao berço” (*Cradle-to-cradle*®) para reforçar a ideia de manter todos os materiais em ciclos contínuos em que os recursos sejam usados numa lógica de criação e recuperação. Caracteriza um sistema de produção de ciclo fechado que reconhece os resíduos como recursos, no qual os produtos são especialmente projetados para que não haja perda de matéria, priorizando a seleção de materiais seguros à saúde e ao meio ambiente.

Mais tarde, essas abordagens cíclicas dos materiais foram integradas ao que se denominada como economia circular. Segundo o primeiro Relatório da Fundação Ellen MacArthur da série “*Towards the Circular Economy*” em 2013, o conceito tem origens em raízes profundas e não pode ser atribuída em uma única data ou autor. A economia circular refere-se a uma economia regeneradora que tem como objetivo manter os produtos, componentes e materiais no maior grau de reaproveitamento e valor em todos os momentos dos ciclos técnicos e biológicos.

Corroborando o cenário, em 2002, no Brasil, foi estabelecida a Bolsa de Resíduos pela Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (FIESP) com o objetivo de estabelecer um mecanismo de divulgação de ofertas de compra e venda de resíduos industriais recicláveis. Funcionava como um banco de dados *online* de oferta de resíduos produzidos dentro das indústrias para possíveis compradores, possibilitando a disponibilização de resíduos de um segmento industrial a outro.

Em 2004, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) lança uma Norma Brasileira para a Classificação de Resíduos Sólidos que define os resíduos como sendo: Classe I – Perigosos; Classe II – Não perigosos, nas quais a Classe II A são não-inertes e Classe II B são inertes. A partir desta classificação é possível identificar os resíduos passíveis de reciclagem em um primeiro momento.

Em 2008 a ABNT cria a NBR 13230 para normatizar a identificação de materiais plásticos para a reciclagem, facilitando a sua separação, possibilitando o aumento da qualidade da triagem e incorporação à indústria. É fundamental no estabelecimento de um sistema de logística reversa. Já a identificação dos materiais em vidro, aço, alumínio e papel é orientada pela NBR 16182 em 2013. Essa mesma norma estabeleceu o símbolo de “descarte seletivo” direcionado ao consumidor para o descarte dos resíduos sólidos recicláveis à coleta seletiva.

Dois anos depois, em 2010, foi aprovada a Lei Federal 12.305 que instituiu Política Nacional de Resíduos Sólidos. Ela dispõe sobre os princípios, objetivos, instrumentos e diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos as responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis, inclusive no tratamento de resíduos a partir da reciclagem.

No mesmo ano, o Decreto nº 7.404 estabelece normas para execução da Política Nacional de Resíduos Sólido, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional

de Resíduos Sólidos - com a finalidade de apoiar a estruturação e implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos por meio da articulação dos órgãos e entidades governamentais, e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa.

O histórico mostra que ao longo dos anos existiu um consenso sobre a necessidade de que o setor industrial precisaria adaptar seu processo produtivo de modo a fabricar produtos a partir de um viés ambiental. Especificamente no que diz respeito à recuperação e reciclagem dos materiais, os instrumentos e estratégias orientados aos produtos, processos produtivos e à cadeia produtiva permitiram a incorporação de princípios para facilitar a reciclagem dos materiais que compõem os resíduos sólidos, assim como a otimização do uso de energia e matérias primas e a redução de perdas desnecessárias.

O levantamento das iniciativas da indústria para a reciclagem permitiu identificar um conjunto de estratégias e instrumentos orientados a produtos, processos produtivos ou à cadeia produtiva de uma maneira geral, conforme as Tabelas 1, 2 e 3.

INSTRUMENTO	DESCRIÇÃO	REFERÊNCIA
Análise de Ciclo de Vida (ACV) (1960; 1980)	Ferramenta que permite avaliar o impacto ambiental potencial associado a um produto ou atividade ao longo de todo o ciclo de vida do produto desde a extração da matéria-prima e produção até a circulação, o uso, disposição final ou reciclagem. Os primeiros estudos começaram na década de 60 com a crise do petróleo.	(COLTRO, 2007)
Responsabilidade Estendida do Produtor (REP) (1990)	Estratégia de proteção ambiental na diminuição dos impactos ambientais dos produtos ao responsabilizar o fabricante pelo ciclo de vida do produto, especialmente por seu retorno, reciclagem e disposição final. Abordagem da política ambiental na qual a responsabilidade física e/ou financeira dos fabricantes.	(ROSSEM, TOJO e LINDHQVIST, 2006)
Rótulo ambiental (1998)	Visam comunicar ao consumidor os ganhos em eficiência ambiental de um produto e sua embalagem. As normas da ISO orientam a comunicação. Tipo I: selos criados por entidades independentes para produtos com destaque como programas de selo verde; Tipo II: declarações ambientais; Tipo III: rótulos criados por entidades independentes e que passam por processo de concessão e licença de uso, como o PROCEL/INMETRO.	(BRAGA e MIRANDA 2002; B A R B I E R I , 2007).
ABNT NBR 10004 - Classificação de Resíduos Sólidos (2004)	Define os resíduos como sendo: Classe I – Perigosos; Classe II – Não perigosos, nas quais a Classe II A são não-inertes e Classe II B são inertes. A partir desta classificação é possível identificar os resíduos passíveis de reciclagem em um primeiro momento.	(ABNT, 2004)

Identificação do material para a reciclagem (2008)	A identificação dos materiais plásticos recicláveis pela NBR 13230:2008 e dos vidros, aço, alumínio e papéis orientada pela NBR 16182:2013, facilitam a triagem dos mesmos e é fundamental no estabelecimento de um sistema de logística reversa.	(ABRE, 2016)
Simbologia Técnica de Identificação de Materiais (2013)	Facilitam a identificação e separação dos materiais, fortalecendo a cadeia de reciclagem. O símbolo de “descarte seletivo” foi orientado conforme diretrizes da NBR 16182:2013 e direcionado ao consumidor para o descarte dos resíduos sólidos recicláveis à coleta seletiva.	(ABRE, 2016)

Tabela 1: Instrumentos orientados a produtos

Fonte: Adaptado de LIMA (2008)

INSTRUMENTO	DESCRIÇÃO	REFERÊNCIA
Produção Mais Limpa (1990)	Medidas preventivas integrada aos processos, produtos e serviços. Inclui a conservação de recursos naturais e de energia, a redução da quantidade e da toxicidade dos resíduos, rejeitos e emissões resultantes do processo produtivo.	(PNUMA, 2005)
Prevenção à Poluição (P2) (1990)	Programa de prevenção à poluição para controle de emissões e resíduos industriais. Reduzir, eliminar e prevenir resíduos industriais a partir da modificação dos processos e reutilização dos materiais.	(USEPA, 1992)
Bolsa de resíduos (2002)	Criada em abril de 2002 pela Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (FIESP) como um mecanismo de divulgação de ofertas de compra e venda de resíduos industriais recicláveis.	PEREIRA, LIMA e RUTKOWSKI (2007)

Tabela 2: Instrumentos orientados para processos produtivos

Fonte: Adaptado de LIMA (2008)

ESTRATÉGIA	DESCRIÇÃO	REFERÊNCIA
Simbiose Industrial (1961)	A estratégia envolve integrar indústrias a partir de uma troca física de materiais, energia, água e subprodutos pela proximidade geográfica. Pode estar estruturada em um sistema maior, denominado de ecoparque industrial.	(CHERTOW, 2000); (TANIMOTO, 2004)
Ecologia Industrial (1963)	Baseia-se nos processos naturais que se dão em ciclos fechados. Resíduos do processo são usados como insumos. Prioriza ações para a otimização do uso de recursos, o fechamento de ciclos de materiais, a minimização de emissões, desmaterialização das atividades, redução e eliminação da dependência de fontes não-renováveis de energia.	(BARNARD, 1963); FROSCHE e GALLOPOULOS, 1989)

Projetar para o Meio Ambiente (1992)	Incorporação de critérios ambientais na fase inicial de concepção do produto. O termo foi estabelecido pela Associação Americana de Eletrônicos. Recebe ainda nomes como <i>Life Cycle Design</i> e <i>Green Design</i> e, em uma perspectiva mais ampla, <i>Ecodesign</i> .	(VEZZOLI e MANZINI, 2008)
Do berço ao berço (2002)	Um sistema que considera o ciclo de vida do produto em todos os seus estágios e no qual os resíduos passam a ser usados como recursos.	(MCDONOUGH e BRAUNGART, 2002)

Tabela 3: Estratégias orientadas para a cadeia produtiva

Fonte: Adaptado de LIMA (2008)

4 | CONCLUSÕES

O levantamento do histórico do desenvolvimento industrial para a reciclagem dos resíduos sólidos mostrou que a indústria passou a adotar aplicações práticas em seus processos industriais no final da década de 1960 com a incorporação da ecologia industrial até o desenvolvimento do conceito “do berço ao berço”. Foram adotadas estratégias e instrumentos orientados a seus produtos, processos e à cadeia produtiva de um modo geral com vistas ao reaproveitamento dos materiais contidos em seus produtos e subprodutos.

Quanto às estratégias voltadas para a cadeia produtiva, tanto a simbiose quanto a ecologia industrial proporcionaram uma nova abordagem para os resíduos sólidos. A indústria passou a reconhecer a matéria prima associada aos subprodutos de um processo e desenvolveu mecanismos para a sua recuperação e reintrodução ao processo produtivo por meio da reciclagem. Esses mecanismos foram reforçados com a estratégia da economia circular presente no sistema “do berço ao berço”, no qual os produtos devem ser concebidos considerando a recuperação de seus materiais.

Assim, para proporcionar a reciclagem dos materiais podem ser adotadas algumas medidas orientadas para os produtos desde o momento de desenvolvimento, facilitando ou dificultando a sua reintrodução como matéria de volta ao ciclo produtivo, como é o caso da estratégia de Projetar para o Meio Ambiente e Projetar para a Reciclagem. Alterações no processo produtivo orientam a prevenção da geração de resíduos e o seu reaproveitamento em alguma outra etapa produtiva.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMBALAGEM (ABRE). Embalagem e sustentabilidade: desafios e orientações no contexto da economia circular.

ABRE/CETESB/CETEA: Thiago Urtado Karashi et al.; Coordenação: Bruno Pereira. São Paulo: CETESB, 2016.

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Norma Brasileira 10004. Classificação de Resíduos. Rio de Janeiro, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Norma Brasileira 13230. Embalagens e acondicionamento plásticos recicláveis - Identificação e simbologia. 2008.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Norma Brasileira 16182. Embalagem e acondicionamento – Simbologia de orientação de descarte seletivo e de identificação de materiais. 2013.
- BARBIERI, J. C. Desenvolvimento e Meio Ambiente: As estratégias de mudanças da agenda 21. Petrópolis, RJ: Vozes, 2003.
- BARNARD, F. *Education for management conceived as a study of industrial ecology. The Vocational Aspect of Education*, 15:30, 22-26p. 1963.
- BEVILACQUA, Maurizio; CIARAPICA, Filippo Emanuele; GIACCHETTA, Giancarlo. *Design for Environment as a Tool for the Development of a Sustainable Supply Chain*. 2012. Springer-Verlag London Limited. 374 p.
- BRAGA, B. Introdução à Engenharia Ambiental. 2 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.
- BRAGA, S.; MIRANDA, L.C. de (Org). Comércio e Meio Ambiente: uma agenda positiva para o desenvolvimento sustentável. Brasília: MMA/SDS, 2002. 310p.
- CABRERA, Magali López. O instrumento Ecoeficiência para os processos industriais. Dissertação de Mestrado da Faculdade de Engenharia - Civil, Arquitetura e Urbanismo. Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP, 2010.
- CHERTOW, Marian R. *Industrial Symbiosis: Literature and Taxonomy. Annual Review Energy Environment*, n.25, p. 313-337, 2000.
- COLTRO, L. (Org). Avaliação do Ciclo de Vida como Instrumento de Gestão. Campinas: CETEA/ITAL, 2007.
- DEMAJOROVIC, J. Da política tradicional de tratamento do lixo à política de gestão de resíduos sólidos: As novas prioridades. 1995. Revista de Administração de Empresas São Paulo, v. 35, n.3, p. 88-93p. Mai/Jun.
- EICHNER, T.; PETHIG, R. *Product Design and Efficient Management of Recycling and Waste Treatment. Journal of Environmental Economics and Management*. 41, 109–134. 2001.
- FROSCHE, R. A.; GALLOPOULOS, N. E.; *Strategies for manufacturing. Scientific American* 261. 1989. 144-152p.
- LIMA, J., Abordagens Industriais Ambientais: solucionar problemas de poluição ou buscar sustentabilidade ambiental? Dissertação de Mestrado da Faculdade de Engenharia - Civil, Arquitetura e Urbanismo. Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP. 2008.
- MCDONOUGH, W.; BRAUNGART, M. *Cradle to cradle: Remaking the way we make things*. 2002.
- PEREIRA, A. S.; LIMA, J. C. F.; RUTKOWSKI, E. W. Ecologia Industrial no Brasil: uma discussão sobre as abordagens brasileiras de simbiose industrial. In: IX Encontro Nacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente, 2007, Curitiba/PR. Anais do IX Encontro Nacional Sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente, 2007.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE (PNUMA). A Produção Mais Limpa e o Consumo Sustentável na América Latina e Caribe. Coord: PNUMA-ORPALC (Diego Masera e Cristina Montenegro), CETESB (Lineu José). São Paulo, 2005.

ROSSEM, C. van; TOJO, N.; LINDHQUIST, T. *Extended Producer Responsibility - An examination of its impact on innovation and greening products. Report commissioned by Greenpeace International, Friends of the Earth and the European Environmental Bureau (EEB)*. 2006.

SAKUNDARINI, N.; TAHA, Z.; ABDUL-RASHID, S. H.; GHAZILA, R. A.; *Incorporation of high recyclability material selection in computer aided design. Materials and Design* 56. 2014. 740–749p.

SRIVASTAVA, S. K. *Green supply-chain management: A state-of-the-art literature review. International Journal of Management Reviews*. V 9. Issue 1 53–80p. 2007.

TANIMOTO, A. H. Proposta de Simbiose Industrial para minimizar os Resíduos Sólidos no pólo petroquímico de Camaçari. Dissertação de Mestrado da Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia. Salvador, BA. 2004.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). WASHINGTON, D.C. 20460. 1992. Disponível em: <https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-09/documents/pollprev.pdf>

VEZZOLI, C.; MANZINI, E. *Design for Environmental Sustainability*. Springer. 2008.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Análise 1, 6, 7, 8, 12, 14, 21, 22, 23, 35, 36, 44, 50, 57, 59, 66, 67, 68, 72, 76, 90, 91, 95, 104, 105, 107, 108, 109, 113, 117, 119, 120, 121, 124, 125, 126, 132, 135, 137, 139, 147, 154, 162, 169, 170, 171, 172, 173, 178, 181, 188, 189, 197, 198, 226, 231, 232, 238, 244, 245, 247, 248, 260, 263, 272, 274, 284, 290, 291, 293, 296, 302, 306, 307, 309

Análise de risco 108, 109, 117, 120

B

Berço ao berço 51, 58, 61

C

Concentrações ambientais 143

Construção Civil 1, 2, 3, 4, 5, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 130, 297, 302, 315

Contaminação ambiental 108, 120, 121

Cultura da inovação 15, 16, 17

D

Desreguladores endócrinos 108, 109, 119, 120, 125, 143, 144, 153, 155, 156, 157, 160

Distribuição de Weibull 43

E

Ecologia industrial 51, 54, 60, 61, 62

Educação ambiental 1, 2, 4, 5, 8, 9, 12, 13, 14, 83, 84, 201

Engenharia de confiabilidade 43, 45

Erosão 132, 133, 134, 136, 137, 140, 141, 142, 254, 263, 264, 268, 271

Escritório de projetos 15, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 24

F

Fatores antrópicos 132

Fitoextração 128, 130

Funil de inovação 15, 20

G

Gerenciamento 4, 14, 15, 18, 20, 21, 22, 29, 51, 58, 64, 66, 67, 69, 70, 71, 72, 73, 77, 82, 84, 85, 97, 98, 99, 106, 127, 182, 183, 187, 188, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 199, 200, 201, 202, 265, 270, 297, 298, 302

Gerenciamento de projetos 15, 18, 20, 21

Gerenciamento de resíduos sólidos 51, 58, 82, 85, 193, 201, 298

Gestão 1, 2, 3, 4, 5, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 25, 26, 27, 42, 43, 45, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 62, 69, 74, 76, 77, 80, 82, 84, 85, 97, 98, 99, 100, 101, 103, 104, 106, 107, 141, 143, 167, 168, 184, 191, 192, 193, 194, 195, 201, 202, 218, 296, 297, 298, 300, 301, 302, 314, 315

Gestão ambiental 1, 2, 3, 4, 10, 12, 14, 53, 54, 55, 57, 85, 97, 141, 194, 195, 201, 202, 296, 302, 315

Gestão da manutenção 43

H

Historiador 25, 26, 28, 29, 30, 42

Hormônios 114, 115, 116, 119, 125, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 164

I

Impacto ambiental 1, 3, 59, 229, 235, 272, 273, 281, 283, 284, 286

Impactos 2, 3, 10, 12, 53, 54, 55, 56, 57, 59, 64, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 74, 77, 97, 98, 99, 106, 190, 191, 192, 194, 201, 218, 266, 267, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 297, 298

Inovação 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 168, 169, 180, 181, 186, 188, 189, 220, 315

L

Lixiviado 87, 95, 225, 242

Lixo 9, 62, 75, 76, 112, 113, 123, 278, 300, 301

M

Metais pesados 123, 128, 129, 130, 131, 231, 240

Microcontaminantes 143, 149

O

Osisoft 25, 26, 42

P

PIMS 25, 26, 27, 29, 30, 31

PI System 25, 26, 27, 28, 29, 30, 42

Plantas hiper- acumuladoras 128, 130, 131

Processo comercial 180

Q

QGIS 132, 133, 135, 137

R

Reciclagem 3, 4, 8, 9, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 76, 77, 80, 83, 84, 85, 193, 199, 219, 229, 298, 299, 300, 301, 302

Resíduos de serviços de saúde 64, 65, 66, 73, 113

Resíduo sólido urbano 87, 92, 93, 95, 96

Resíduos sólidos urbanos 2, 79, 80, 82, 83, 84, 85, 87, 97, 98, 106, 107, 192, 194, 202, 216, 217, 225, 226, 227, 297, 313

Responsabilidade estendida do produtor 51, 56, 59

S

SABESP 25, 29, 31, 42, 46, 108

Saneamento básico 29, 97, 98, 99, 101, 105, 106, 107, 108, 158, 215, 226, 251, 304

Sanepar 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 189

Saúde pública 66, 82, 106, 108, 120, 121, 122, 124, 125, 191, 251

Segregação 64, 65, 67, 70, 71, 72, 73, 195, 196, 197, 200, 222, 223

Sensoriamento remoto 132, 135

SNIS 97, 100, 101, 102, 104, 105, 107, 150, 304, 314

Sodificação 87, 93, 94, 95

Solo 51, 54, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 108, 112, 113, 121, 123, 124, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 135, 136, 138, 139, 140, 141, 152, 235, 236, 238, 240, 241, 256, 257, 258, 259, 261, 267, 268, 277, 279, 296

T

Transformação digital 25

U

Uso agrícola 87, 306

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-693-5



9 788572 476935