

Engenharia Hidráulica e Sanitária



Helenton Carlos da Silva
(Organizador)

Engenharia Hidráulica e Sanitária



Helenton Carlos da Silva
(Organizador)

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: 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
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. 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 Pietrobom – 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. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
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
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 Federal 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	Engenharia hidráulica e sanitária [recurso eletrônico] / Organizador Helenton Carlos da Silva. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-895-3 DOI 10.22533/at.ed.953192312 1. Engenharia. 2. Engenharia sanitária I. Silva, Helenton Carlos da. CDD 628.362
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 Hidráulica e Sanitária*” publicada pela Atena Editora apresenta, em seus 18 capítulos, discussões de diversas abordagens acerca da engenharia sanitária e hidráulica brasileira, destacando-se a área ambiental.

Neste contexto, o diagnóstico ambiental pode ser uma importante ferramenta no controle e preservação do meio ambiente, sendo uma caracterização da qualidade ambiental da área estudada, fornecendo informações para identificar e avaliar impactos nos meios físico, biológico e socioeconômico.

É importante que, para que sejam sustentáveis, as áreas urbanas necessitem manter um equilíbrio entre as atividades econômicas, crescimento populacional, infraestrutura e serviços, poluição, desperdício, barulho, entre outros; de modo que o sistema urbano e suas dinâmicas se desenvolvam em harmonia, limitando internamente, tanto quanto possível, os impactos negativos sobre o ambiente natural.

Nesta linha, o saneamento básico pode ser compreendido como um componente necessário para promoção da saúde, principalmente para as populações em condição de vulnerabilidade social, tal qual em bairros populares e periféricos do meio urbano ou comunidades tradicionais do campo brasileiro.

Em razão do crescimento de áreas urbanas, houve um aumento excessivo na geração de resíduos, gerando uma série de problemas de ordem ambiental, econômica e social.

Neste sentido, este livro é dedicado aos trabalhos relacionados à engenharia hidráulica e sanitária brasileira, compreendendo as questões acerca do meio ambiente, como a gestão dos resíduos sólidos gerados, formas de tratamento da água, bem como a análise de políticas de desenvolvimento visando à preocupação com as questões ambientais. 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
MEDIDA PROVISÓRIA NO 868/2018: TENTATIVA DE DESCONSTRUÇÃO DA POLÍTICA PÚBLICA DE SANEAMENTO BÁSICO VIGENTE NO BRASIL	
Luiz Roberto Santos Moraes Patrícia Campos Borja	
DOI 10.22533/at.ed.9531923121	
CAPÍTULO 2	14
TECNOLOGIA APROPRIADA SOB A ÓTICA DA LEI 11.445/2007. UMA APLICAÇÃO NA COMUNIDADE RURAL SERRA DO BRAGA I – PB	
Elissandra Cheu Pereira do Nascimento Katharine Taveira de Brito Medeiros Bruno de Medeiros Souza Aluisio José Pereira	
DOI 10.22533/at.ed.9531923122	
CAPÍTULO 3	27
POLÍTICA TARIFÁRIA E DESEMPENHO ECONÔMICO DAS EMPRESAS DE SANEAMENTO BÁSICO NO BRASIL: ESTIMATIVAS DOS IMPACTOS REGULATÓRIOS – 1995-2016	
Cristiano Ponzoni Ghinis Adelar Fochezatto	
DOI 10.22533/at.ed.9531923123	
CAPÍTULO 4	41
IMPORTÂNCIA DA COMPATIBILIZAÇÃO ENTRE OS TIPOS DE PRESTAÇÃO DE SERVIÇO PÚBLICO DE SANEAMENTO RURAL, A MATRIZ TECNOLÓGICA E O MODO DE VIDA CAMPONÊS	
Tássio Gabriel Ribeiro Lopes Luiz Roberto Santos Moraes	
DOI 10.22533/at.ed.9531923124	
CAPÍTULO 5	57
CONTRIBUIÇÕES PARA DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MANHUAÇU	
Gabriel Figueiredo Pantuzza Silva Juliana Leal Henriques Hubert Mathias Peter Roeser	
DOI 10.22533/at.ed.9531923125	
CAPÍTULO 6	69
DEMONSTRAÇÃO DO PROCESSO DE CÁLCULO DE VAZÃO DE ÁGUA E DIMENSIONAMENTO DE BOMBA CENTRÍFUGA PARA OPERAÇÃO DE TORRES DE RESFRIAMENTO	
Wictor Gomes de Oliveira Lucas Rodrigues Oliveira Marcos Cláudio Gondim Lucas de Sousa Camelo Daniel Gerard Araújo Pinheiro Ferdinando Cícero Pontes de Queiroz João Paulo Correia Teixeira Stepherson Lopes Alcântara	
DOI 10.22533/at.ed.9531923126	

CAPÍTULO 7	79
DIAGNÓSTICO DA BALNEABILIDADE NAS PRAIAS DE ALAGOAS ENTRE O ANO DE 2015 E 2018	
Thomás Correia Lins Camila Acioli Marinho Joabe Gomes de Melo	
DOI 10.22533/at.ed.9531923127	
CAPÍTULO 8	93
POTABILIDADE DA ÁGUA: A PERCEPÇÃO DO MORADOR EM VITÓRIA	
Cibele Esmeralda Biondi Ferreira Fátima Maria Silva	
DOI 10.22533/at.ed.9531923128	
CAPÍTULO 9	105
PROPOSTA DE GESTÃO DE RISCO APLICÁVEL ÀS ETAPAS DE COAGULAÇÃO E FLOCULAÇÃO DO PROCESSO DE TRATAMENTO DE ÁGUA CONVENCIONAL – INSTRUMENTO DE IDENTIFICAÇÃO, AVALIAÇÃO E RESPOSTAS AOS RISCOS	
Neusa Isabel Gomes dos Santos Arlindo Soares Räder Efraim Martins Araújo Elisabeth Ibi Frimm Krieger	
DOI 10.22533/at.ed.9531923129	
CAPÍTULO 10	119
OTIMIZAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE COAGULAÇÃO E FLOCULAÇÃO DE ÁGUA BRUTA COM BAIXA TURBIDEZ UTILIZANDO TANINO E PAC	
Neusa Isabel Gomes dos Santos Arlindo Soares Räder	
DOI 10.22533/at.ed.95319231210	
CAPÍTULO 11	131
PERMEABILIDADE AO AR E A ÁGUA DE MISTURAS DE SOLO E COMPOSTO ORGÂNICO PARA CAMADAS DE COBERTURA OXIDATIVAS	
Alice Jadneiza Guilherme de Albuquerque Almeida Bruna Silveira Lira Guilherme José Correia Gomes Antônio Italcly de Oliveira Júnior Camila de Melo Tavares Maria Odete Holanda Mariano José Fernando Thomé Jucá	
DOI 10.22533/at.ed.95319231211	
CAPÍTULO 12	139
REMOÇÃO E CORRELAÇÃO DE MICROALGAS E SÓLIDOS EM SUSPENSOS DE EFLUENTES DE LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO UTILIZANDO BIOFILTRO	
Moisés Andrade de Farias Queiroz Jonatan Onis Pessoa Alex Pinheiro Feitosa Eduardo Cristiano Vieira Gurgel Layane Priscila de Azevedo Silva	
DOI 10.22533/at.ed.95319231212	

CAPÍTULO 13	147
MONITORAMENTO DO DESENVOLVIMENTO DE PLÂNTULAS DE <i>RHIZOPHORA MANGLE</i> L. EM VIVEIRO DE CRIAÇÃO NA LAGOA RODRIGO DE FREITAS, RIO DE JANEIRO – RJ	
Carlos Augusto Kinder Marcia Sena da Silva Anderson de Carvalho Borges Ricardo Finotti	
DOI 10.22533/at.ed.95319231213	
CAPÍTULO 14	160
GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE UMA INDÚSTRIA GRÁFICA COM ENFOQUE EM PRODUÇÃO MAIS LIMPA (P+L): ESTUDO DE CASO NO ESPIRITO SANTO	
Paulo Vitor Reis Kaminice Gilson Silva Filho Rosane Hein de Campos Edison Thaddeu Pacheco	
DOI 10.22533/at.ed.95319231214	
CAPÍTULO 15	170
PLAN INTEGRAL DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS DE LA PROYECCIÓN A LO APLICABLE	
Jessica Cecilia Chocho	
DOI 10.22533/at.ed.95319231215	
CAPÍTULO 16	177
POSSIBILIDADES NA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM CONDOMÍNIO VERTICAL	
Manoel Thiago Nogueira da Silva Dantas Monica Maria Pereira da Silva Valderi Duarte Leite	
DOI 10.22533/at.ed.95319231216	
CAPÍTULO 17	190
COMPORTAMENTO DE EMPREENDEDORES DA FEIRA DOS GOIANOS QUANTO AO DESCARTE DE EQUIPAMENTOS DE INFORMÁTICA	
Graziela Ferreira Guarda Luiz Fernando Whitaker Kitajima Beatriz Rodrigues de Barcelos	
DOI 10.22533/at.ed.95319231217	
CAPÍTULO 18	200
MULTI-CRITERIA DECISION ANALYSIS (MCDA) FOR DAM'S RISK CLASSIFICATION	
Julierme Siriano da Silva Fernan Enrique Vergara Figueroa Rui da Silva Andrade Roberta Mara de Oliveira Bárbara Suelma Souza Costa Fabiano Fagundes	
DOI 10.22533/at.ed.95319231218	
SOBRE O ORGANIZADOR	217
ÍNDICE REMISSIVO	218

POSSIBILIDADES NA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM CONDOMÍNIO VERTICAL

Manoel Thiago Nogueira da Silva Dantas

Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Campina Grande - Paraíba

Monica Maria Pereira da Silva

Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Campina Grande - Paraíba

Valderi Duarte Leite

Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Campina Grande - Paraíba

RESUMO: A crise ambiental em que a sociedade atual se encontra provém da percepção quanto aos recursos naturais e do modelo de desenvolvimento que promove o consumo exacerbado, resultando na geração de resíduos sólidos, cuja destinação e disposição final vêm se tornando um grande fardo à capacidade de suporte do planeta. Objetivou-se avaliar a aplicação da gestão de resíduos sólidos em condomínio vertical através da sensibilização dos condôminos utilizando estratégias de Educação Ambiental. A pesquisa, com características experimental e participante, realizada em condomínio vertical em Campina Grande – PB – Brasil envolveu 100% dos moradores. Dentre as estratégias utilizadas, destacou-se o desenvolvimento e distribuição de um aplicativo para dispositivos eletrônicos móveis, abordando a temática e motivando a participação dos moradores. A

coleta seletiva foi implantada na fonte geradora, os apartamentos, e o aplicativo foi instalado por uma parcela significativa dos abrangidos (31%). Os instrumentos de Educação Ambiental para gestão de resíduos sólidos em condomínio vertical contribuíram para o alcance dos objetivos previstos: diminuir a quantidade de resíduos sólidos que se transforma em lixo, mitigar os impactos adversos e aumentar a quantidade de matéria prima que retorna ao setor produtivo.

PALAVRAS-CHAVE: Gestão Ambiental, Resíduos Sólidos, Educação Ambiental

POSSIBILITIES IN MANAGEMENT OF SOLID WASTE IN VERTICAL CONDOMINIUM

ABSTRACT: The environmental crisis in which the society finds itself starts at the perception about the natural resources, and the development model that promotes exacerbated consumption, resulting in crescent generation of solid residues, whose destination and final disposition became a great burden to the planetary support capacity. The objective was to evaluate the application of solid residues management in vertical condominium through the awareness raise of the residents. The research with experimental and participant characteristics performed in a vertical condominium in Campina Grande-PB-Brazil involved 100% of the residents.

Among the strategies used, it was highlighted the development and distribution of an application for mobile electronic devices, addressing the subject and motivating the participation of residents. The selective collection was adopted in the source, the apartments, and the application was installed by a significant portion of those covered (31% of the participants). The Environmental Education instruments for solid residues management in vertical condominium contributed to the achievement of the intended goals: reduction of the amount of solid residues that became waste, mitigation of adverse social and environmental impacts and increase of raw material that returns to the productive sector.

KEYWORDS: Environmental Management, Solid Residues, Environmental Education

1 | INTRODUÇÃO

A atual estrutura econômica e tecnológica da sociedade promove o fluxo progressivamente mais intenso de matéria, energia e, junto a estes, os respectivos resíduos gerados (KRÜGER, 2003). A disposição desses subprodutos tem se tornado tarefa de pungência crescente, visto que o modelo de descarte se mostra inadequado. Sabe-se, no entanto, que é possível promover o reaproveitamento e/ou a reciclagem de grande parte da matéria descartada como fonte de recursos, deixando de ser considerada como passivo ambiental.

No Brasil, a destinação dos resíduos sólidos ainda é um grande desafio aos gestores públicos e à sociedade. Segundo pesquisas realizadas pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais – ABRELPE (2016) e pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS (BRASIL, 2017), em 2015 foram gerados no Brasil mais de 77 milhões de toneladas naquele ano. Percentual de 9,2% (mais que 7 milhões de toneladas) não foi coletado, descartada diretamente no ambiente sem nenhum tratamento. Do coletado, apenas uma fração de 58,7% foi disposta em aterros sanitários.

A falta de gestão desses resíduos acarreta grandes impactos negativos. Em relação aos aspectos ambientais, pode ocorrer o comprometimento da qualidade da água, do solo, e do ar, em virtude da presença de compostos voláteis ou materiais patogênicos. A decomposição da matéria orgânica resulta na formação de chorume, que pode contaminar o solo e as águas superficiais ou subterrâneas. Também é possível a formação de gases tóxicos, asfixiantes e explosivos que se acumulam no subsolo ou são liberados na atmosfera e, em longo prazo, podem contribuir para alterações climáticas. Materiais expostos tornam o ambiente propício à proliferação de vetores, afetando a saúde humana (GOUVEIA, 2012).

O constante crescimento populacional e o conseqüente consumo acelerado de produtos e da intensa produção de resíduos sólidos apresentam um desafio, em especial para os países em desenvolvimento, para o qual as atuais técnicas e estratégias empregadas não são totalmente eficientes, exigindo um sistema adequado

de gestão integrada de resíduos sólidos. Este, dependendo fortemente da associação entre elementos funcionais – geração, acondicionamento, coleta, transporte, tratamento e disposição final – e características estratégicas – mobilização social, participação, tecnologia, governança e recursos financeiros (GUPTA; MISRA, 2014). O planejamento estratégico e o arcabouço legal fortemente estruturados contribuem para o desenvolvimento deste tipo de estrutura (ASASE et al., 2009).

A Lei 12.305/2010 (BRASIL, 2010) é um importante marco legal nesse assunto, pois instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), ferramenta que orienta a construção de instrumentos de gestão dos resíduos sólidos, estimulando a adoção de ações que integrem vários atores sociais na busca de soluções para o problema dos resíduos sólidos, incluindo os próprios consumidores/geradores.

Na cidade de Campina Grande, situada no estado da Paraíba, região Nordeste do Brasil, a Lei Complementar 87/2014, que instituiu a Política Municipal de Gestão Integrada de Resíduos – PMGIRS (CAMPINA GRANDE, 2014) – foi elaborada tendo em vista a redução da produção e a participação adequada do gerador, segundo as diretrizes estabelecidas pela lei federal 12.305/2010.

A falta de seleção na fonte dificulta o trabalho de catadores de materiais recicláveis e proporciona-lhes uma qualidade de vida inferior, assim como promove uma perda maior de material que poderia ser recuperada e acaba por ser inapropriadamente encaminhada a aterros sanitários e lixões (MAIA et al., 2013). Além desse problema, e talvez como causa, está a falta de incentivo de governos para a formação de mercado para comercialização de materiais recicláveis e à organização formal de profissionais, o que aumentaria a taxa de reciclagem desses resíduos (MINGHUA et al., 2009).

A gestão dos resíduos sólidos em condomínio pode trazer, de imediato, melhorias de qualidade de vida aos condôminos. Além disso, um sistema estruturado de gestão dos resíduos pode também promover melhorias econômicas e ambientais amplas (TURATTO, 2004), como a redução do descarte de matéria orgânica e a valorização do material reciclável e dos catadores de materiais recicláveis, que participam ativamente no processo de recolhimento de resíduos sólidos urbanos. A implantação de um processo de coleta seletiva, entretanto, não é suficiente para promover a sensibilização dos moradores de condomínio, por não promover intrínseco aumento do conhecimento socioambiental correlato, requerendo a utilização de ferramentas da Educação Ambiental (QUEIROZ; PEDRINI, 2014). Ademais, a consciência dos impactos positivos e o desejo de participação são requisitos do processo de coleta seletiva (TURATTO, 2004).

O gerenciamento correto dos resíduos sólidos em condomínios demanda a interação entre pessoas, infraestrutura e planejamento (KITZMANN, 2009). Esses três elementos são indissociáveis, visto que a integração somente será efetiva se estes atuarem em conjunto. As pessoas estão representadas pelos moradores dos condomínios, a infraestrutura refere-se aos locais disponíveis para o armazenamento temporário dos resíduos e o planejamento constitui a forma de organização e articulação

entre pessoas e infraestrutura, para atender à legislação vigente.

Para Kitzmann (2009), de nada adiantam equipamentos e planos se as pessoas, que devem deter tanto o conhecimento quanto a predisposição para a ação, não estiverem comprometidas e preparadas. Da mesma forma, pessoas não são suficientes se não houver condições técnicas e materiais para uma atuação qualificada.

No presente trabalho, parte da pesquisa realizada por Dantas (2017) para a dissertação de mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental, buscou-se demonstrar como a implantação de um projeto Gestão Integrada de Resíduos Sólidos promoveu a melhoria do panorama anteriormente exposto em um condomínio residencial vertical na cidade de Campina Grande - Paraíba.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa realizada tem características experimental (GIL, 2008) e participante (THIOLENT, 2011), uma vez que promoveu a interação conjunta de pesquisados e pesquisadores. Os participantes foram os condôminos e o zelador do Condomínio Edifício Priscilla, um condomínio vertical localizado no bairro Jardim Tavares, Zona Norte da cidade de Campina Grande-PB.

O referido condomínio é formado por seis unidades residenciais (apartamentos) das quais cinco estavam ocupadas durante a realização do estudo, sendo que todos os 15 moradores participaram da pesquisa. A localização do bairro na cidade é mostrada por meio da Figura 1.



Figura 1: Localização do bairro Jardim Tavares na Cidade de Campina Grande

Fonte: Adaptado de ARAÚJO (2006)

Este local foi selecionado por se apresentar como uma estrutura consolidada legalmente através de estatuto, com moradores fixos, ter um tamanho relativamente

pequeno quando comparado a outros empreendimentos residenciais, permitindo o contato com todos os moradores mais facilmente, e por ter sido demonstrado interesse, da parte dos moradores, em contato previamente estabelecido.

O condomínio é formado por um prédio de seis apartamentos, distribuídos em três andares. Destes apartamentos, cinco estavam ocupados durante a realização da pesquisa, com um total de 15 moradores fixos. Em alguns apartamentos, existe a presença de prestadores de serviços domésticos, como babás e diaristas. Para as atividades de limpeza e manutenção das áreas comuns, um zelador trabalha quatro horas diárias (das 13 h às 17 h) em seis dias da semana (de segunda-feira a sábado).

Quanto à destinação dos resíduos sólidos, os moradores os acondicionavam em suas residências e os depositavam em suas portas para que o zelador os recolhesse e acondicionasse em coletor ainda dentro do condomínio para, na véspera da coleta urbana, dispor tais resíduos num coletor externo (Figura 2). Catadores de materiais recicláveis informais faziam a coleta dos resíduos sólidos recicláveis que conseguiam separar dos demais resíduos.



Figura 2: Coletor externo existente no condomínio vertical, Campina Grande-PB, 2016

A realização ocorreu em cinco etapas, através das quais foi possível avaliar a situação dos resíduos sólidos no condomínio, pesquisar e elaborar estratégias de sensibilização e planejar ações que almejavam reorientar a percepção dos moradores sobre essa questão, de forma a garantir melhorias ambientais.

A primeira etapa consistiu na caracterização gravimétrica prévia dos resíduos sólidos gerados no condomínio, baseando-se na proposta apresentada por Silva et al. (2001).

A segunda etapa consistiu na realização de uma entrevista semiestruturada, visando realizar a caracterização socioeconômica dos moradores e identificar a percepção a percepção ambiental destes, junto à distribuição de material informativo, como forma de incentivar a participação dos moradores.

A terceira etapa consistiu na elaboração de instrumentos para a sensibilização dos moradores e desenvolvimento de equipamentos para auxiliar a separação dos resíduos sólidos na fonte, favorecer a recuperação de resíduos sólidos recicláveis e a destinação adequada destes, privilegiando os catadores de resíduos sólidos recicláveis.

A quarta etapa consistiu na entrega dos equipamentos projetados na etapa anterior, quais sejam, coletores intradomiciliares, coletores intracondominiais e um coletor extracondomínial para resíduos recicláveis, juntamente a entrega de panfletos informativos, um aplicativo para dispositivos móveis e instruções sobre a separação seletiva na fonte e para a destinação realizada pelos moradores e pelo zelador.

Por fim, a quinta e última etapa consistiu na caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos gerados pelo condomínio, seguindo a mesma metodologia adotada na primeira etapa, a fim de comparar se a atuação promoveu alteração na situação inicialmente detectada.

Buscou-se adotar materiais e equipamentos com custos acessíveis e com o menor impacto estético possível, de forma a aumentar a aceitação dos envolvidos e permitir a reprodutibilidade em outras situações similares.

Os dados colhidos foram analisados utilizando o método de triangulação (THIOLENT, 2011), sendo qualificados, quantificados e descritos. Dados quantitativos foram então tabulados utilizando o aplicativo Microsoft Excel 2016, com o qual foram feitas as análises estatísticas e proporcionais, assim como foram gerados gráficos e tabelas.

Para o desenvolvimento do aplicativo para dispositivos móveis foram usados padrões e bibliotecas de código aberto disponibilizados pelo framework Ionic e pelas ferramentas de desenvolvimento de software Android, enquanto a edição de código-fonte foi feita com o editor de código Visual Studio Code.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produção de resíduos sólidos no condomínio estudado neste trabalho apresentava um grande potencial implantação da coleta seletiva. Adotou-se a separação entre resíduos sólidos recicláveis secos, consistindo em papel/papelão, plástico, metal e vidro; resíduos sólidos recicláveis úmidos, consistindo em restos de alimento, resíduos de poda e outros materiais compostáveis; e rejeitos, a porção não reaproveitável dos resíduos, a ser encaminhados para aterros sanitários.

Uma análise inicial foi suficiente para verificar a possibilidade de aumento da recuperação de recicláveis secos e úmidos (no primeiro momento, 12% e 52%, respectivamente), visto que uma parcela significativa (36%) era de rejeitos, em grande parte contendo material que poderia ser recuperado se ocorresse a separação na fonte (Figura 3).

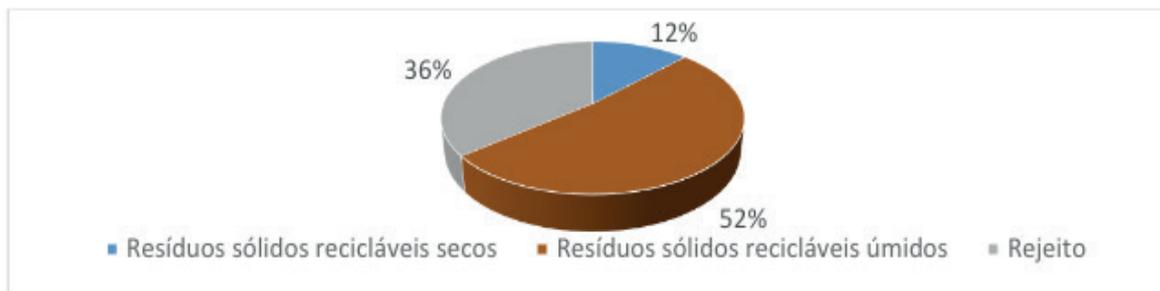


Figura 3: Composição dos resíduos sólidos gerados em condomínio vertical, Campina Grande-PB, 2016

Com base nos dados colhidos através da caracterização gravimétrica inicial e da pesquisa semiestruturada aplicada, foi possível delinear um modelo de coleta seletiva, apresentado na Figura 4:

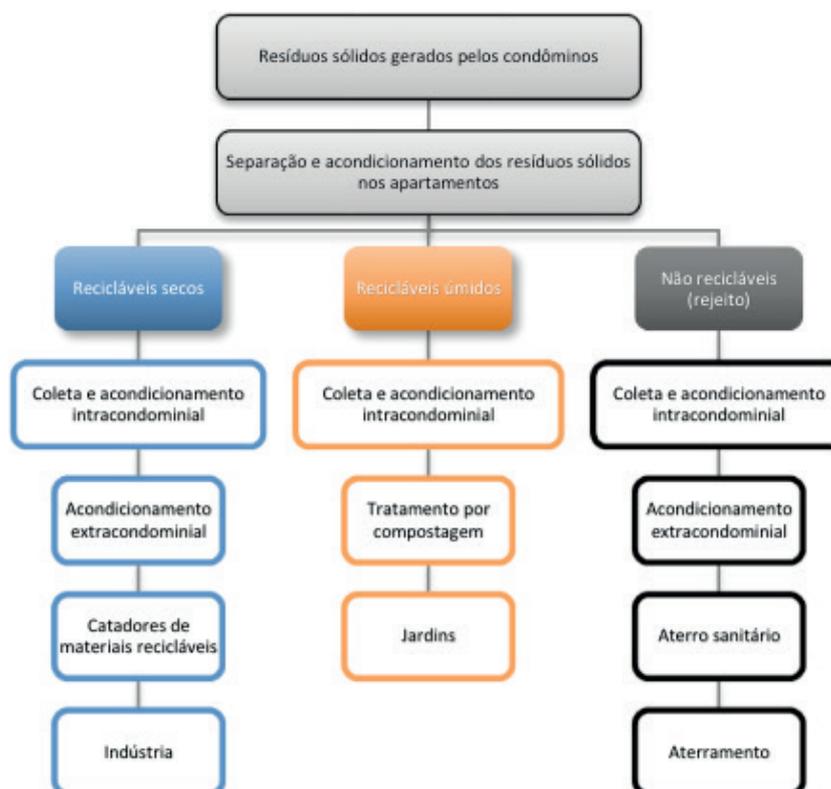


Figura 4: Modelo proposto para a coleta seletiva em condomínio vertical, Campina Grande-PB, 2016

Foram projetadas três classes de coletores para uso pelo condomínio: coletores para uso intradomiciliar (CID), dentro das residências; intracondomínial (CIC), nas áreas comuns do condomínio; e extracondomínial (CEC). A padronização de cores foi a seguinte: azul para resíduos sólidos recicláveis secos; marrom para resíduos sólidos recicláveis úmidos; e cinza, para não recicláveis (rejeito).

Os coletores intradomiciliares foram divididos em duas subclasses: os de resíduos sólidos recicláveis secos (CID-S) (Figura 5) e de resíduos sólidos recicláveis úmidos (CID-U) (Figura 6); os rejeitos, a maioria resíduos sanitários, acondicionados

em coletores dos próprios moradores.



Figura 5: Coletor modelo CID-S para resíduos sólidos recicláveis secos: a) modelo projetado; b) modelo adquirido

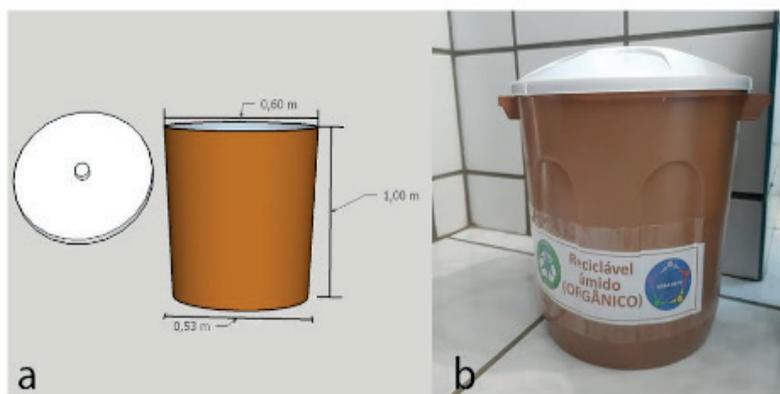


Figura 6: Coletor modelo CID-U para resíduos sólidos recicláveis úmidos: a) modelo projetado; b) modelo adquirido

Para uso intracondomínia, foram designadas três subclasses de coletores de resíduos sólidos: para recicláveis secos (CIC-S), para recicláveis úmidos (CIC-U) e para não recicláveis (rejeito) (CIC-R) (Figura 7). O único coletor já existente no condomínio, com capacidade volumétrica de aproximadamente $0,1 \text{ m}^3$ (100 L), foi reaproveitado e designado para os rejeitos. Para os modelos CIC-S e CIC-R, os recipientes foram pensados de forma a serem suficientemente leves para manuseio e limpeza periódica e apresentarem resistência a intempéries, já que ficariam expostos. Por isso, optou-se pelo polipropileno.



Figura 7: Coletores intracondominiais: CIC-U, CIC-S e CIC-R

Um modelo de composteira rotatória (Figura 8) de tambor fixo (CRF) foi projetado para realizar o tratamento da fração úmida dos resíduos sólidos, baseando-se nos estudos realizados por Nascimento (2015) quanto ao tratamento descentralizado por compostagem dos resíduos sólidos orgânicos. Esta solução não pode ser integrada ao conjunto aplicado no condomínio por questões de tempo e orçamento.

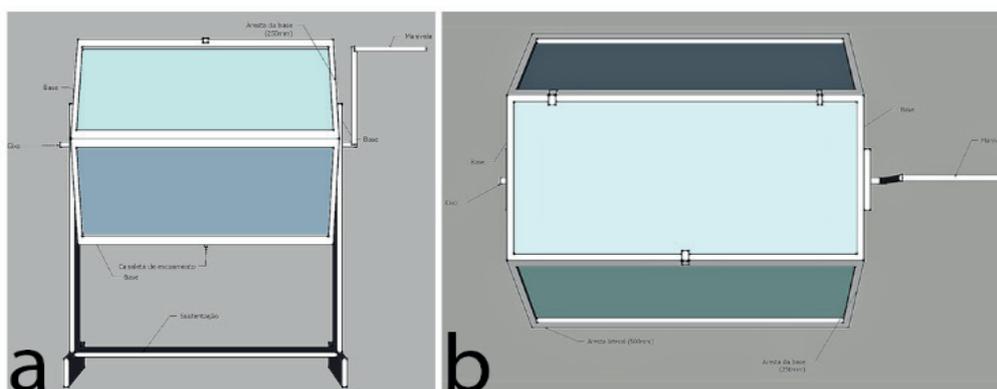


Figura 8: Modelo de composteira rotatória de tambor fixo (CRF): a) vista frontal; b) vista superior

Para uso extracondomínial, aproveitou-se o coletor já existente, o qual foi designado para acondicionar resíduos sólidos recicláveis úmidos e rejeitos (CEC-U+R) antes da coleta pública, e foi confeccionado outro para os resíduos sólidos recicláveis secos (CEC-S) (Figura 9).



Figura 9: Coletores CEC-U+R (esquerda) e CEC-S (direita)

Durante a entrega dos coletores, também foram entregues panfletos, no formato de folder, desenvolvidos em vários projetos do GGEA e tratando de temáticas voltadas ao meio ambiente e à gestão integrada de resíduos sólidos: Coleta seletiva, Compostagem, Farmácia viva, Reciclagem de papel e Resíduos de serviços de saúde gerados em residências. Após a entrega dos equipamentos e orientações necessárias, foi realizado o acompanhamento da disposição dos resíduos sólidos pelo zelador. Após alguns ajustes e explicações dados a este funcionário, o fluxo da coleta seletiva no condomínio passou a funcionar sem a necessidade de intervenção externa.

Buscando uma forma de promover maior interesse dos condôminos e demais envolvidos com o condomínio, pensou-se em desenvolver um aplicativo para dispositivos móveis que apresentasse conteúdo e funcionalidade relevantes ao processo de coleta seletiva no condomínio. A ampla difusão de aparelhos eletrônicos com grande quantidade de recursos (smartphones ou tablets, por exemplo), a preços acessíveis, segundo ZBICK et al. (2015) tornou-os em ferramentas extremamente poderosa para fins de entretenimento e educacionais.

O aplicativo concebido devia possuir duas principais funcionalidades: dispor de informações pertinentes a coleta seletiva e ao condomínio, e também fornecer a função de lembretes para que os usuários se engajassem com a coleta no condomínio. O aplicativo desenvolvido (Figura 10) foi disponibilizado em um sítio de internet para download aos moradores e ao zelador, os quais receberam um convite com a apresentação do aplicativo e as instruções de instalação e uso.

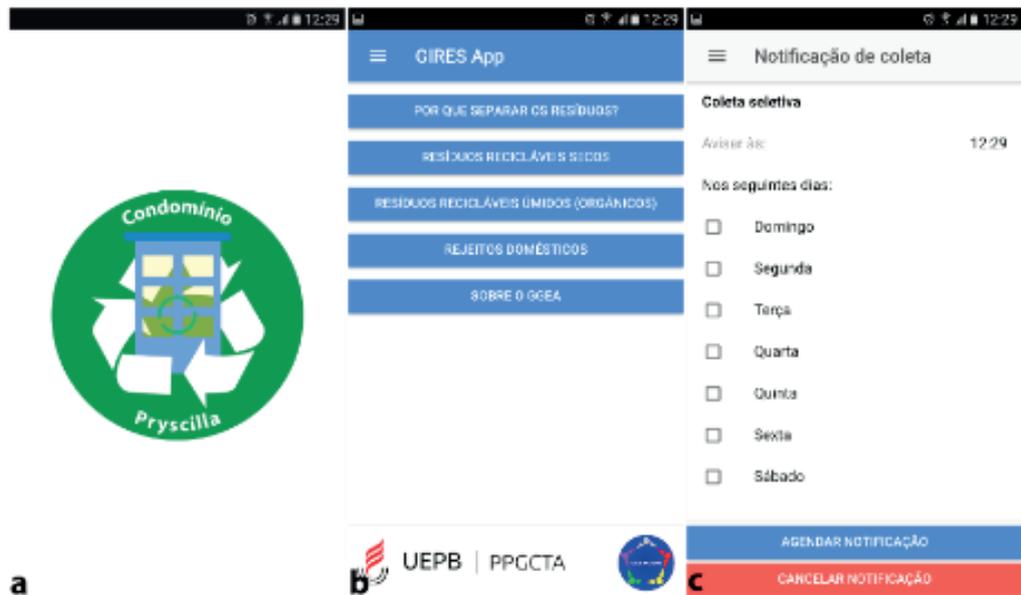


Figura 10: Telas do aplicativo: a) tela de abertura; b) tela principal com informações educativas; c) tela para ajuste de notificações

Dos usuários que instalaram o aplicativo (31% do total de convidados), 66,7% apontaram como pontos positivos a disponibilidade de informações pertinentes e 33,3% a praticidade de uso. Todos eles afirmaram que a existência de um aplicativo voltado ao condomínio motivou a participação na coleta seletiva.

4 | CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A caracterização gravimétrica realizada após a implantação da coleta seletiva permitiu apurar que houve a redução proporcional da porção não reciclável dos resíduos sólidos, que passou de 36% para 23%, enquanto a parte reciclável subiu de 64% para 77%, com grande destaque para a recuperação de recicláveis secos, que passou de 12% para 26% do total da massa de resíduos sólidos gerados (Figura 11).

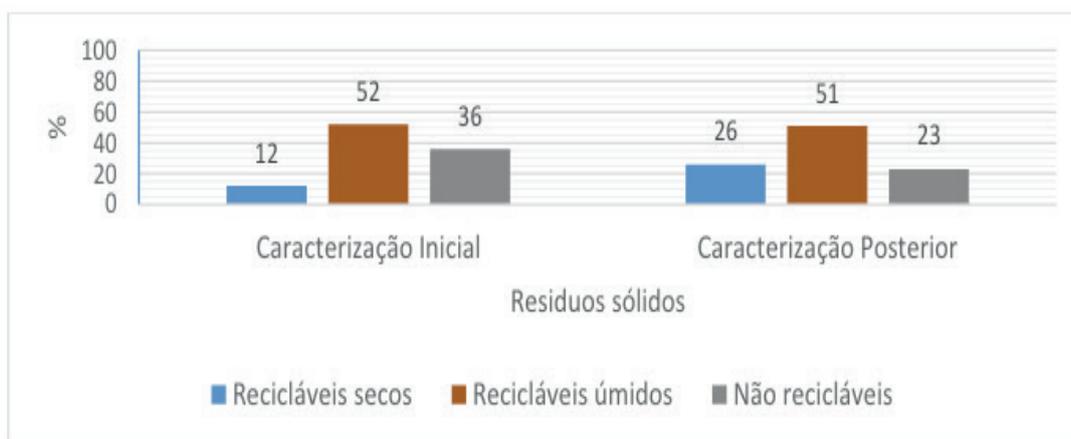


Figura 11: Comparação da composição dos resíduos sólidos gerados antes e depois da implantação de coleta seletiva, Campina Grande, 2017

Os dados apontam para a consecução da execução dos objetivos do trabalho, alcançando a mobilização e sensibilização dos moradores, sendo viável a implantação de um plano de gestão de resíduos sólidos com a adoção da coleta seletiva em condomínio residencial vertical, trazendo impactos positivos à atuação de catadores de materiais recicláveis e reduzindo impactos negativos advindos da destinação inadequada de resíduos sólidos.

A problemática advinda da destinação inadequada dos resíduos sólidos é ampla e requer o aprofundamento de estudos e trabalhos voltados à busca de soluções sustentáveis e que sejam técnica e economicamente viáveis. No âmbito dos condomínios residenciais verticais, apresentamos as seguintes recomendações:

- Aprofundar os estudos voltados a viabilizar a implantação de sistemas de tratamento descentralizado dos resíduos sólidos recicláveis úmidos.
- Verificar estratégias para uso do material orgânico tratado (composto) no local em que é produzido, de forma que o ciclo de sustentabilidade se complete.
- Propor estratégias voltadas à integração entre os condomínios e catadores de materiais recicláveis formais e/ou informais, de forma que a coleta dos resíduos sólidos recicláveis secos e o consequente encaminhamento à indústria fomentem a geração de renda destes profissionais, assim como a redução da pressão às matérias-primas virgens.
- Promover a articulação entre vários atores sociais – poder público, sociedade organizada, associações, setor produtivo e profissionais – de forma a garantir a promoção de um processo integrado de gestão dos resíduos sólidos.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, B. C. **Mapa dos bairros de Campina Grande**. Campina Grande: Wikipedia, 2006. Disponível em: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bairros_de_Campina_Grande.svg>. Acesso em 20 jul. 2015.

ASASE, M. et al. Comparison of municipal solid waste management systems in Canada and Ghana: a case study of the cities of London, Ontario, and Kumasi, Ghana. **Waste management**, n. 29, p. 2779-2786, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (ABRELPE). **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil, 2014**. São Paulo: ABRELPE, 2015. 120 p.

BRASIL. **Lei 12.305**, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília: Brasil, 2010.

BRASIL. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos – 2015**. Brasília: MCIDADES. SNSA, 2017. 173 p.

CAMPINA GRANDE. **Lei Complementar Nº 87 de 2014**. Campina Grande, 2014.

DANTAS, M. T. N. S. **Gestão de resíduos sólidos em condomínio vertical: Possibilidades e**

desafios. 2017. 104f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental - PPGCTA) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2017.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GOUVEIA, N. Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 6, n. 17, p. 1503-1510, 2012.

GUERRERO, L. A.; MAAS, G.; HOGLAND, W.. Solid waste management challenges for cities in developing countries. **Waste management**, n. 33, p. 220-232, 2013.

GUPTA, R.; MISRA, A. K. Cross functional team for integrated solid waste management (ISWM) practices: an approach suitable for India and other developing countries. **Advances in Energy Engineering (AEE)**, v. 2, p. 30-36, 2014.

KITZMANN, D. I. S. **Ambientalização sistêmica na gestão e na educação ambiental**: estudo de caso com o ensino profissional marítimo – EPM. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação Ambiental – PPGA, FURG, 2009, 239p.

KRÜGER, E. L. Uma abordagem sistêmica da atual crise ambiental. **Revista educação & tecnologia**, Curitiba, v. 4, ed. 6, p. 66-77, 2003.

MAIA, H. J. L. et al. Educação ambiental: instrumento de mudança de percepção ambiental de catadores de materiais recicláveis organizados em associação. **Revista Monografias Ambientais**, v. 13, n. 13, p. 2797-2806, out.-dez. 2013.

MINGHUA, Z. et al. Municipal solid waste management in Pudong New Area, China. **Waste management**, n. 29, p. 1227-1233, 2009.

NASCIMENTO, C. R. **Sistema de tratamento descentralizado de resíduos sólidos orgânicos domiciliares no bairro Malvinas, Campina Grande-PB**. 2015. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental)–Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2015.

QUEIROZ; PEDRINI. Percepção ambiental de moradores de condomínios no município de Niterói, estado Rio de Janeiro, Brasil sobre resíduos sólidos urbanos associados a sua coleta seletiva. In: **REMEA** v. 31, n. 12. 2014

SILVA, M. M. P. et al. Avaliação sanitária de resíduos sólidos orgânicos domiciliares em municípios do semiárido paraibano. **Revista Caatinga**, v. 23, n. 2, p. 87-92, abr.-jun., 2011.

THIOLLENT, Michel. **Metodologia da pesquisa-ação**. 18. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

TURATTO, J. L. **Desenvolvimento, implementação e avaliação de um programa de aprendizagem ambiental para condomínios residenciais: enfoque em resíduos sólidos**. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. 2004

ZBICK, J et al. A web-based framework to design and deploy mobile learning activities: Evaluating its usability, learnability and acceptance. In: **2015 IEEE 15th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)**. p. 88-92. IEEE Press. 2015.

SOBRE O ORGANIZADOR

Helenton Carlos da Silva - Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (2007), especialização em Gestão Ambiental e Desenvolvimento Sustentável pelo Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais (2010) é MBA em Engenharia Urbana pelo Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais (2014), é Mestre em Engenharia Sanitária e Ambiental na Universidade Estadual de Ponta Grossa (2016), doutorando em Engenharia e Ciência dos Materiais pela Universidade Estadual de Ponta Grossa e pós-graduando em Engenharia e Segurança do Trabalho. A linha de pesquisa traçada na formação refere-se à área ambiental, com foco em desenvolvimento sem deixar de lado a preocupação com o meio ambiente, buscando a inovação em todos os seus projetos. Atualmente é Engenheiro Civil autônomo e professor universitário. Atuou como coordenador de curso de Engenharia Civil e Engenharia Mecânica. Tem experiência na área de Engenharia Civil, com ênfase em projetos e acompanhamento de obras, planejamento urbano e fiscalização de obras, gestão de contratos e convênios, e como professor na graduação atua nas seguintes áreas: Instalações Elétricas, Instalações Prediais, Construção Civil, Energia, Sustentabilidade na Construção Civil, Planejamento Urbano, Desenho Técnico, Construções Rurais, Mecânica dos Solos, Gestão Ambiental e Ergonomia e Segurança do Trabalho. Como professor de pós-graduação atua na área de gerência de riscos e gerência de projetos.

ÍNDICE REMISSIVO

B

Bacia hidrográfica 6, 57, 68, 105, 115, 119, 120, 130, 150
Balneabilidade 7, 79, 80, 81, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92
Biofiltros 139, 141

C

Caracterização 5, 57, 58, 59, 63, 112, 162, 170, 171, 181, 182, 183, 187
Comunidade rural 6, 14, 15, 25, 102

D

Descarte Inapropriado 190
Diagnóstico ambiental 5, 6, 57, 58

E

Educação Ambiental 92, 151, 164, 177, 179, 189
Ensaio de Tratabilidade 105, 112, 113, 115, 116, 117, 119, 121, 122, 123, 124, 126, 129
Equipamento de Informática e Hardware 190
Esgotamento sanitário 14, 15, 17, 20, 25, 26, 30, 46, 52, 120
ETA 105, 106, 116, 117, 119, 120, 121, 122, 128, 129

G

Gerenciamento de Resíduos Sólidos 8, 160, 162, 163, 169
Gerenciamento de Riscos 106, 107
Gestão Ambiental 79, 177, 192, 217
Gestão comunitária 41, 43, 50, 51, 52, 53, 54
Gestão de Riscos 105, 106, 107, 117, 118, 215
Globalização 170, 171

I

Indústria Gráfica 8, 160, 161, 162, 163, 165, 168

L

Lagoa de estabilização 21, 139, 141

M

Matriz Tecnológica 6, 41, 42, 43, 46, 48, 50, 51, 52
Modo de produção camponesa 41

O

Otimização 7, 28, 112, 115, 118, 119, 121, 129, 130, 160, 162, 166, 167

P

Permeabilidade 7, 131, 133, 134, 135, 136, 137, 138
Plano de Gestão de Resíduos Sólidos 188
Plano de Segurança da Água 105, 106, 112, 117
Política pública de saneamento básico 6, 1
Política Tarifária e Desempenho Econômico do Setor de Saneamento Básico 27
Potabilidade da Água 7, 93, 94, 96, 97, 101, 102
Prestação de serviço 6, 41, 42, 43, 48, 54
Privatização 1, 7, 11
Produção Mais Limpa 8, 160, 161, 168, 169

Q

Qualidade Ambiental 5, 57, 58, 79
Qualidade da água 54, 68, 79, 81, 85, 92, 93, 95, 96, 97, 98, 99, 101, 102, 103, 112, 115, 117, 119, 120, 121, 149, 178

R

Regulação 5, 6, 8, 9, 10, 11, 27, 28, 29, 34, 37, 38, 40
Remoção de microalgas 139, 141
Reservação Domiciliar 93, 94, 98
Reservatório 93, 94, 101, 104, 215
Resíduos Sólidos 5, 8, 8, 10, 13, 46, 58, 86, 131, 138, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 168, 169, 170, 171, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 198, 199
Restauração 54, 147
Riscos Inerentes Externos 105, 113, 116, 117

S

Saneamento básico 5, 6, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 37, 38, 39, 40, 42, 43, 45, 48, 49, 50, 53, 54, 56, 91, 92, 94, 120
Saneamento Rural 6, 15, 26, 41, 42, 43, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56
Saúde Pública 15, 23, 45, 49, 79, 80, 94, 102, 103

T

Tratamento de Água Convencional 7, 105, 112, 113, 116, 117, 118, 119, 121, 129, 130

