



Helenton Carlos da Silva
(Organizador)

A Aplicação do Conhecimento Científico na Engenharia Civil

Atena
Editora
Ano 2020



Helenton Carlos da Silva
(Organizador)

A Aplicação do Conhecimento Científico na Engenharia Civil

Atena
Editora
Ano 2020

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Geraldo Alves

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. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense

Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

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

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

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

Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões

Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di 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. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná

Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
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
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Msc. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Msc. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Msc. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Msc. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Msc. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof^a Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Msc. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Prof^a Msc. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Prof^a Dr^a Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Msc. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Msc. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Msc. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^a Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof^a Msc. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

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

A642 A aplicação do conhecimento científico na engenharia civil [recurso eletrônico] / Organizador Helenton Carlos da Silva. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: World Wide Web.

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-905-9

DOI 10.22533/at.ed.059201301

1. Construção civil – Aspectos econômicos – Brasil. I. Silva, Helenton Carlos da.

CDD 338.4769

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

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

APRESENTAÇÃO

A obra *“A Aplicação do Conhecimento Científico na Engenharia Civil”* publicada pela Atena Editora apresenta, em seus 19 capítulos, discussões de diversas abordagens acerca da engenharia civil, com aplicações do conhecimento da área em tecnologias inovadoras e em análise de características de materiais existentes ou novos, desenvolvido através do conhecimento científico.

Neste contexto, destaca-se que o mercado tem absorvido com afinco a demanda de inovação tecnológica surgida com o desenvolvimento do conhecimento científico na Engenharia Civil.

O conhecimento científico é muito importante na vida do ser humano e da sociedade, em especial na vida acadêmica, pois auxilia na compreensão de como as coisas funcionam ao invés de apenas aceita-las passivamente. Com ele é possível provar diversas coisas, tendo em vista que busca a verdade através da comprovação.

Possibilitar o acesso ao conhecimento científico é de grande relevância e importância para o desenvolvimento da sociedade e do ser humano em si, pois com ele adquirem-se novos pontos de vista, conceitos, técnicas, procedimentos e ferramentas, proporcionando a evolução na construção do saber em uma área do conhecimento. Na engenharia civil é evidente a importância do conhecimento científico, pois o seu desenvolvimento está diretamente relacionado com o progresso e difusão deste conhecimento.

O engenheiro civil é o profissional capacitado para resolver problemas, tendo uma visão ampla e conhecendo todos os detalhes e processos por trás de uma estrutura complexa e, além disso, é capaz de apresentar soluções práticas, pautadas no conhecimento técnico e científico.

Neste sentido, este livro é dedicado aos trabalhos relacionados à aplicação do conhecimento científico na engenharia civil, compreendendo as questões do desenvolvimento de novos materiais e novas tecnologias, algumas baseadas na gestão dos resíduos, assunto de grande relevância atual. 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
APRENDIZADOS NO ENSINO DE BIM EM UMA UNIVERSIDADE PÚBLICA DE INTERIOR	
Leandro Tomaz Knopp Pedro Gomes Ferreira Bruno Barzellay Ferreira da Costa	
DOI 10.22533/at.ed.0592013011	
CAPÍTULO 2	13
AUTOMAÇÃO DE VERIFICAÇÃO DE CONFORMIDADES EM LICENCIAMENTOS DE PROJETOS EM BIM: UMA PROPOSTA PARA A GESTÃO PÚBLICA	
Denise Aurora Neves Flores Eduardo Marques Arantes	
DOI 10.22533/at.ed.0592013012	
CAPÍTULO 3	31
UM ESTUDO AUTOETNOGRÁFICO SOBRE A MONITORIA DA DISCIPLINA DE NOÇÕES DE ARQUITETURA E URBANISMO DA UNIFESSPA	
Antonio Carlos Santos do Nascimento Passos de Oliveira Eduarda Guimarães Silva	
DOI 10.22533/at.ed.0592013013	
CAPÍTULO 4	36
GESTÃO DO CONHECIMENTO EM EMPRESAS DE CONSTRUÇÃO NA COLÔMBIA: CASOS E TENDÊNCIAS	
Hernando I Vargas Arturo C. Isaza	
DOI 10.22533/at.ed.0592013014	
CAPÍTULO 5	44
NOVAS TECNOLOGIAS NO GERENCIAMENTO DE FACILIDADES? - UMA REVISÃO SISTEMÁTICA	
Marcus Vinicius Rosário da Silva Marcelo Jasmim Meiriño Gilson Brito Alves Lima	
DOI 10.22533/at.ed.0592013015	
CAPÍTULO 6	55
CASA POPULAR EFICIENTE: ESTRATÉGIAS BIOCLIMÁTICAS PARA O PERÍODO DE INVERNO	
Rayner Maurício e Silva Machado Marcos Alberto Oss Vaghetti	
DOI 10.22533/at.ed.0592013016	
CAPÍTULO 7	61
AUTOMAÇÃO DE ÁRVORES SOLARES DE ALTA EFICIÊNCIA	
Hélvio Henrique Rodrigues Rogério Luis Spagnolo da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.0592013017	

CAPÍTULO 8	72
ESTUDO DE CASO DE PAINEL SALVEOLARES SUJEITOS AO ESTADO LIMITE DE SERVIÇO DE VIBRAÇÕES EXCESSIVAS	
Iago Vanderlei Dias Piva Gustavo de Miranda Saleme Gidrão Danilo Pereira Santos	
DOI 10.22533/at.ed.0592013018	
CAPÍTULO 9	79
MINIGERADOR EÓLICO: INTRODUÇÃO AO USO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL	
Roberta Costa Ribeiro da Silva Daiane Caroline Wagner	
DOI 10.22533/at.ed.0592013019	
CAPÍTULO 10	86
REUSO DE ÁGUAS CINZAS EM RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR: ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA E FINANCEIRA DA IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA	
Tháisa Mayane Tabosa da Silva Eduardo Cabral da Silva José Henrique Reis de Carvalho Tabosa Wilma de Oliveira Melo	
DOI 10.22533/at.ed.05920130110	
CAPÍTULO 11	98
SISTEMA DE CAPTAÇÃO E REUTILIZAÇÃO DE ÁGUA ATRAVÉS DE CONCRETO POROSO	
Ana Beatriz De Oliveira Silva Jonatha Roberto Pereira	
DOI 10.22533/at.ed.05920130111	
CAPÍTULO 12	102
O USO DE GEOTECNOLOGIAS EM PERÍCIAS AMBIENTAIS: VANTAGENS E AVANÇOS TECNOLÓGICOS	
Giovanna Feitosa de Lima Ellen Kathia Tavares Batista Edson Alves de Jesus Nayara Michele Silva de Lima Barbara Alves Lima	
DOI 10.22533/at.ed.05920130112	
CAPÍTULO 13	114
ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DA ADIÇÃO DE FIBRA DE POLIPROPILENO NA ARGAMASSA DE REVESTIMENTO EM RELAÇÃO À RESISTÊNCIA À RETRAÇÃO POR SECAGEM	
Jonatha Roberto Pereira Mariana Cristina Buratto Pereira	
DOI 10.22533/at.ed.05920130113	

CAPÍTULO 14	120
ESTUDO DA DOSAGEM DE CONCRETO REFORÇADO COM FIBRAS DE POLIAMIDA E POLIETILENO PARA UTILIZAÇÃO EM PAREDES DE CONCRETO	
Alexandre Rodriguez Murari	
Alysson Gethe Gonçalves de Oliveira	
Daiane Cristina Silva Fernandes	
Hagar da Silva	
Victor José dos Santos Baldan	
DOI 10.22533/at.ed.05920130114	
CAPÍTULO 15	127
UTILIZAÇÃO DE CHAMOTE COMO ADITIVO EM MASSAS DE CERÂMICA VERMELHA PARA A PRODUÇÃO DE BLOCOS DE VEDAÇÃO	
Celiane Mendes da Silva	
Talvanes Lins e Silva Junior	
Erika Paiva Tenório de Holanda	
DOI 10.22533/at.ed.05920130115	
CAPÍTULO 16	138
AValiação DA DRENAGEM SUPERFICIAL DA RODOVIA ESTADUAL MA-315 QUE INTERLIGA O MUNICÍPIO DE BARREIRINHAS A PAULINO NEVES	
Jorcelan Pereira da Rocha	
Cláudio Sousa Ataíde	
Larysse Lohana Leal Nunes	
Leonardo Telles de Souza Pessoa Filho	
Fernando Vasconcelos Borba	
DOI 10.22533/at.ed.05920130116	
CAPÍTULO 17	151
ANÁLISE DE PAVIMENTO FLEXÍVEL PELO MÉTODO PCI: ESTUDO DE CASO DE DOIS TRECHOS DA PE-112	
Thays Cordeiro dos Santos	
Maria Victória Leal de Almeida Nascimento	
Daysa Palloma da Silva	
Thaísa Mayane Tabosa da Silva	
Rodrigo Araújo	
José Henrique Reis de Carvalho Tabosa	
DOI 10.22533/at.ed.05920130117	
CAPÍTULO 18	163
ESTUDO GRANULOMÉTRICO DA AMOSTRA DE SOLOS COLETADOS EM TERESINA-PI	
André Filipe Conceição Silva	
Álvaro Escórcio Dias	
Antônio Carlos Silva de Araújo	
Antonio Vinicius Bastos Teixeira	
Carlos Eduardo Rodrigues Leite	
Lívia Racquel de Macêdo Reis	
DOI 10.22533/at.ed.05920130118	

CAPÍTULO 19	169
AVALIAÇÃO NÃO LINEAR DOS ESFORÇOS INTERNOS EM CONÓIDES CILÍNDRICOS Danielly Luz Araujo de Moraes DOI 10.22533/at.ed.05920130119	
SOBRE O ORGANIZADOR	183
ÍNDICE REMISSIVO	184

REUSO DE ÁGUAS CINZAS EM RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR: ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA E FINANCEIRA DA IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA

Data de aceite: 11/12/2019

Data de submissão: 04/11/2019

Tháisa Mayane Tabosa da Silva

UNIFAVIP Wyden

Caruaru – PE

<http://lattes.cnpq.br/4462436266156856>

Eduardo Cabral da Silva

UNIFAVIP Wyden

Caruaru – PE

<http://lattes.cnpq.br/2609068900467599>

José Henrique Reis de Carvalho Tabosa

UNIFAVIP Wyden

Caruaru – PE

<http://lattes.cnpq.br/2364917570366841>

Wilma de Oliveira Melo

UNIFAVIP Wyden

Caruaru – PE

<https://orcid.org/0000-0002-3998-4655>

RESUMO: O reuso de águas cinzas propicia inúmeros benefícios, desde a economia de água tratada até a redução do volume de esgoto descartado. Logo, para tal finalidade o presente estudo objetivou o desenvolvimento de um sistema de reuso de águas cinzas, destinado a fins não potáveis em uma residência unifamiliar de pequeno porte no município de Caruaru, Pernambuco; assim como a análise econômica e ambiental da sua implementação. Foi

realizado o dimensionamento de um sistema de abastecimento de reuso de águas cinzas, estimando os volumes e custos economizados e despesas de implantação do sistema de reuso. Por fim, o sistema proposto apresentou uma economia de aproximadamente 3,9m³/ano, equivalente a 36,5% do consumo total de água do empreendimento e obra orçada em R\$ 2.595,69 (com BDI de 20%), proporcionando uma economia anual de R\$403,10 e um período de retorno do investimento de aproximadamente 10 anos. Mediante os resultados expostos, conclui-se que a implantação do sistema de reuso apresentou-se economicamente viável, por se tratar de uma residência unifamiliar e economizar um recurso que situa-se em estado de precariedade.

PALAVRAS-CHAVE: Reuso. Ambiental. Benefícios.

GRAY WATER REUSE IN UNIFAMILY RESIDENCE: ECONOMIC AND FINANCIAL FEASIBILITY ANALYSIS OF SYSTEM IMPLEMENTATION

ABSTRACT: The reuse of gray water provides numerous benefits, from the economics of treated water to reducing the volume of sewage discarded. Therefore, for this purpose, the present study aimed at the development of a gray water reuse system, destined for non

potable purposes in a small single family dwelling in the city of Caruaru, Pernambuco; as well as the economic and environmental analysis of its implementation. It was carried out the design of a gray water reuse supply system, estimating the volumes and costs saved and the implementation costs of the reuse system. Finally, the proposed system presented savings of approximately 3.9m^3 / year, equivalent to 36.5% of the total water consumption of the project and budgeted at R \$ 2,595.69 (with BDI of 20%), providing an economy per annum of R \$ 403.10 and a payback period of approximately 10 years. Based on the results, it is concluded that the implementation of the reuse system was economically feasible, since it is a single-family residence and saves a resource that is in a state of precariousness.

KEYWORDS: Reuse. Environmental. Benefits

1 | INTRODUÇÃO

O volume total de água presente no planeta Terra é avaliado em torno de 1,35 milhões de quilômetros cúbicos, onde 97,5% deste volume é de água salgada, localizada em mares e oceanos; e 2,5% é de água doce, entretanto situada em lugares de difícil entrada. Somente 0,007% da água doce situa-se em lugares acessíveis para o consumo humano, como lagos, rios e na atmosfera. Apesar da água doce ainda ser encontrada em grande quantidade no planeta, em algumas localidades do mundo, suprir a solicitação de água é uma dificuldade devido ao rápido aumento populacional, sobretudo urbano. (UNIÁGUA, 2006)

De acordo com a Organização das Nações Unidas (2018), a água é fundamental para a vida no planeta e é pré-condição para a vida humana. Ela é considerada um recurso precioso responsável pelo progresso econômico, paz, segurança, desenvolvimento sustentável e extinção da pobreza. Embora seja primordial no progresso sustentável, dificuldades como a poluição, a escassez e a má gestão do recurso ocasionam crises socioambientais, com graves implicações globais. O mundo vem enfrentando uma crise de água e sem uma prudente gestão deste recurso natural não será possível garantir a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos.

O município de Caruaru-PE está situado na região do Agreste de Pernambuco, a qual, há alguns anos vem sofrendo complicações no abastecimento de água tratada, causados pelo baixo índice de precipitação nas áreas de mananciais que abastecem a cidade, tornando a escassez de água um contratempo evidente.

Considerando a crise hídrica da região, a concessionária responsável pelo abastecimento público do estado de Pernambuco, COMPESA (Companhia Pernambucana de Saneamento e Abastecimento), iniciou um racionamento de água através de rodízio de abastecimento entre os bairros da cidade. Logo, com a finalidade de diminuir esse impacto e de viabilizar a gestão desse recurso tão valioso,

são necessários processos alternativos para a utilização de água não potável.

Planejadores e entidades gestoras de recursos hídricos buscam, consecutivamente, novidades sobre fontes de recursos para aumentar a disponibilidade hídrica ainda acessível. Logo, tem-se a necessidade de serem fundadas políticas apropriadas e implantados sistemas de gestão eficazes. Como uma das escolhas para o combate do problema é o reuso da água, considerável instrumento de gestão ambiental do recurso água e detentor de metodologias já aprovadas para o seu adequado emprego. (BLUM *et al*, 2003; BRAGA, 2005)

De acordo com Philippi (2003), o reuso é considerado uma metodologia desenvolvida para suprir as necessidades dos seres humanos conforme o uso dos recursos hídricos, que apresentaram suas reservas afetadas pela poluição dos corpos d'água e consumo desordenado.

Asano (2007), ressalta que o reuso é uma estrutura importante para reduzir as dificuldades motivadas pelas redes públicas de abastecimento, as quais se encontram em estado precário e não acompanham as solicitações da demanda de fornecimento de água das comunidades em desenvolvimento.

Como opção de economia de água potável tem-se o reuso de águas cinzas. As águas cinzas são estabelecidas como esgoto que não tem contribuição da bacia sanitária, logo, é o esgoto originado pelo uso de banheiras, duchas, lavabos, máquinas de lavar e pias de cozinha situados em residências, escritórios comerciais, etc. (MAY, 2009)

Atualmente no Brasil, o reuso de água cinza ainda apresenta pouca utilização, todavia, em diversos outros países esta prática vem acontecendo em larga escala. No Brasil, mesmo o reuso de água cinza sendo pouco praticado, algumas regiões utilizam este sistema de reuso. (LIMA, 2010)

É indispensável identificar o lugar e o tipo de efluente para assim ser definido o tratamento mais competente e o emprego final ao qual será designado. As propriedades físicas, químicas e bacteriológicas das águas cinzas, são influenciadas pela característica da água de abastecimento e, sobretudo, devido à conduta do consumidor, como seu estilo de vida e padrão socioeconômico. A quantidade de produtos químicos também são pertinentes para a identificação da qualidade das águas cinzas, onde, a variação ocorre também de acordo com o local de coleta. (MAY, 2009)

May (2009) especifica que os componentes do sistema de reuso de águas cinzas são os coletores, armazenamento e tratamento. Os coletores do reuso de águas cinzas são os condutores horizontais e verticais que conduzem o efluente ao sistema de armazenamento; onde este sistema é formado por reservatórios de acumulação com a finalidade de armazenagem das águas cinzas derivadas de seus respectivos pontos de coleta e o tratamento é um conjunto de procedimento físicos

e químicos realizado conforme qualidade da água coletada e sua utilização final. (MAY, 2009)

Neste contexto, o presente trabalho visa avaliar a implantação de um sistema de reuso de águas cinzas destinado a fins não potáveis em uma residência unifamiliar localizada no município de Caruaru-PE, avaliar seu aspecto econômico e ambiental, e expor a viabilidade do sistema a longo prazo.

2 | METODOLOGIA

O objeto de estudo do presente trabalho foi uma residência com área de 100m², sendo 63 m² de área construída, disposta em: sala, cozinha, banheiro, área de serviço e dois dormitórios, localizada no município de Caruaru, Pernambuco. Para efeito de cálculo para o volume das águas residuárias adotou-se um número de dois habitantes por dormitório.

As águas residuárias que foram analisadas no presente estudo avaliam as águas cinzas. Os pontos de captação das águas cinzas considerados foram os lavatórios e chuveiro, e os pontos de reutilização foram as torneiras de lavagem externa e bacia sanitária.

Para o efeito de cálculo da demanda interna requerida de água da edificação foi considerado a demanda diária per capita, onde adotou-se 80L/hab/dia de acordo com ENGEPLAS (2010). Segundo Gonçalves (2006), na determinação do consumo externo admite-se 4 L/m²/dia para lavagem de áreas impermeáveis, com periodicidade de utilização de 8 vezes por mês. Após definição das duas estimativas foi determinado a demanda hídrica mensal da residência.

Ao se projetar um sistema de tratamento de água cinza deve-se determinar a demanda de água cinza que a residência é capaz de disponibilizar. Segundo Tomaz (2000), em uma habitação o banheiro é o ponto de maior consumo de água. No Quadro 1 é possível verificar este fato através dos dados apresentados.

Consumo Interno	% de consumo
Bacia Sanitária	35%
Lavagem de roupas	22%
Chuveiros	18%
Torneiras	13%
Banhos	10%
Lavagem de pratos	2%
Total	100%

Quadro 1 - Consumo Residencial

Fonte: Tomaz, 2000.

Para o dimensionamento do sistema sanitário de reuso foi utilizado como base o sistema tradicional, porém o sistema deve prever a separação da coleta de águas cinzas e negras. Foram realizados dois tubos de queda, um para o direcionamento das águas cinzas e o outro para as negras, sendo o primeiro conduzido para um reservatório inferior, e o segundo para o sistema de coleta de esgoto. Os outros elementos do sistema foram dimensionados conforme normas definidas na NBR 8160.

Os aparelhos de contribuição do sistema de coleta foram associados e determinado a contribuição de cada aparelho e o diâmetro da tubulação.

Foram estimados dois reservatórios, um superior com 40% do volume reservado e outro inferior com 60%, onde o inferior receberá a água cinza e logo após seu tratamento o volume gerado será bombeado para o reservatório superior. Para determinação do volume de água cinza a ser armazenado nos reservatórios, foi utilizado o volume referente à sua oferta.

Em seguida, foi realizada a determinação da bomba a ser empregada e os diâmetros da tubulação de recalque e sucção.

No sistema de tratamento foi usado o Filtro de Reuso de Águas Cinzas, composto por mídias sobrepostas por pré-filtração, tratamento e polimento.

Em seguida, foi elaborado uma planilha orçamentária conforme banco de dados do SINAPI, referente ao período de 09/2018 do estado de Pernambuco; operação, através da avaliação de consumo anual de energia originado pelos equipamentos responsáveis pelo funcionamento do sistema e manutenção do mesmo. Logo, foi avaliado a viabilidade econômica da implantação do sistema, averiguando a economia anual de água potável promovida e o prazo de retorno do investimento, segundo avaliação de tarifas de água e esgoto cobradas pela COMPESA no município.

3 | RESULTADOS/DISCUSSÕES

3.1. Oferta e Demanda de Águas Cinzas

A estimativa de consumo mensal da residência encontra-se representada na Tabela 1.

Número de habitantes	4
Consumo diário por habitante (L/hab.dia)	80
Consumo diário (L/dia)	320
Consumo Mensal* Interno (L/mês)	9.600
Consumo Mensal** Externo (L/mês)	1.184
Consumo Mensal Total (L/mês)	10.784

*30 dias/mês,

**8 dias/mês

Tabela 1 – Consumo Mensal

Fonte: Autor, 2019.

De posse dos dados da Tabela 1 é possível determinar a oferta e a demanda total de água cinza da habitação. A oferta é obtida através do somatório das demandas dos aparelhos que contribuem na alimentação do sistema de reuso (chuveiro e lavatório); já o consumo de reuso é obtido através do somatório das demandas dos aparelhos que irão se utilizar deste efluente (bacia sanitária e torneira de lavagem externa). A Tabela 2 demonstra a demanda e oferta do sistema de reuso de água cinza da habitação estudada, utilizando como base estudos do Quadro 1.

Aparelhos	Consumo	Oferta		Demanda
		Mensal (L/mês)	Diária (L/dia)	Mensal (L/mês)
Bacia Sanitária	35%	-	-	3.360
Banho/Chuveiro	28%	2688	89,6	-
Lavatório	13%	1.248	41,6	-
Consumo Externo	-	-	-	1.184
TOTAL		3.936	131	4.544

Tabela 2 – Oferta e Demanda Reuso

Fonte: Autor, 2019.

Ao analisar os dados obtidos na Tabela 2, é perceptível que os valores da oferta são inferiores à demanda, atendendo aproximadamente 36,5% referente ao consumo total do empreendimento.

3.2 Dimensionamento do Sistema de Reuso de Águas Cinzas

Os diâmetros das tubulações de abastecimento de água foram empregados os mesmos dos indicados no projeto tradicional, adicionando apenas as tubulações de abastecimento com águas cinzas.

O diâmetro dos ramais de esgoto utilizados no sistema de reuso foram os mesmos do sistema tradicional, no entanto, foi considerado a separação das águas negras das cinzas. Dessa forma, foram embutidos tubos de queda adicionais, a fim de efetuar o referido isolamento. O destino das águas negras foi o sistema de coleta de esgoto, enquanto as águas cinzas foram destinadas ao tratamento para posterior reutilização.

A determinação do volume de água cinza a ser armazenada foi calculada através da oferta semanal, onde, o volume de água cinza a ser reservado será de 984 L. Logo, como os reservatórios superior e inferior foram dimensionados para acomodar 40% e 60% do volume total de reuso, a parcela de água cinza equivale a 394 L e 590 L respectivamente. Os reservatórios comerciais com capacidade mais aproximadas

aos volumes determinados são os compostos em polietileno com capacidade para 500 L e 750 L.

No reservatório superior será instalado uma boia situada em um nível abaixo da boia referente a entrada da água de reuso, conectando-a ao reservatório superior de água potável, onde, esta boia acionará quando o nível ficar abaixo do mínimo, evitando assim a falta de água no sistema de reuso.

Para o dimensionamento do equipamento de bombeamento, inicialmente foi determinado o consumo diário através da demanda da água de reuso, sendo equivalente a 0,36 m³/dia. Posteriormente, foi calculada a vazão de recalque, resultando em 0,06 m³/h. A partir daí, foram dimensionados os diâmetros de recalque e sucção, onde foi adquirido o valor de 3,8 mm, logo, foram adotados os diâmetros comerciais com bitola de 20 mm para a tubulação de recalque e 25 mm para tubulação de sucção.

Em seguida, foi realizado o dimensionamento do conjunto motor-bomba, com dados de entrada equivalentes à vazão de recalque ($1,7 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$), eficiência do equipamento (50%) e altura manométrica (5,1 metros), chegando ao valor de aproximadamente 2W. Logo, para o sistema de bombeamento foi considerado uma bomba centrífuga de pequena capacidade, com 1/3 HP de potência; possuindo capacidade superior a estimada no dimensionamento da bomba ($P_{ot} = 2 \text{ W}$).

No processo de tratamento das águas cinzas foi utilizado o Filtro de Reuso de Águas Cinzas, composto por mídias sobrepostas, onde o funcionamento do filtro se dá através da entrada da água por um filtro de sedimentos, que irá reter os sólidos em suspensão na água; em seguida é realizada a passagem por um tratamento mais profundo por meio da aplicação de cloro em concentração adequada, e em sua última etapa é efetivada a remoção de vestígios de turbidez e odor.

3.3 Análise da Viabilidade Técnica e Econômica do Sistema de Reuso

Conforme análise realizada no sistema de reuso de águas, será atendido cerca de 36,5% referente ao consumo total do empreendimento, ou seja, o sistema proporcionará uma economia de aproximadamente 3,9m³ de água potável mensalmente.

Foram examinadas as tarifas cobradas pelo fornecimento de água potável e esgotamento sanitário referente a edificações públicas na página virtual da COMPESA. Daí, através do volume de água economizado anualmente, foi verificado a economia anual gerada pela implantação do sistema por meio da Tabela 3.

Volume Economizado (m³/ano)	Tarifa de abastecimento (R\$/m³)	Taxa de Esgoto (R\$/m³)	Economia Anual (R\$)
47,2	4,74	3,8	R\$403,10

Tabela 3 - Economia Anual gerada pelo Sistema

Fonte: Autor, 2019.

Logo, foram calculados os custos de operação e manutenção anual do sistema, conforme exibido em Tabela 4.

Fonte	Despesas Anuais	Und.	Qtd.	Valor Unitário (R\$)	Valor Total
CELPE	CONSUMO DE ENERGIA PARA EDIFICAÇÕES DE CLASSE B1 RESIDENCIAL	kWh	10	R\$0,74	R\$7,40
Estimativa	MANUTENÇÃO EM GERAL	Und.	1	R\$130,00	R\$130,00

Tabela 4 - Custos de Operação e Manutenção Anual do Sistema

Fonte: Autor, 2019.

Conforme apresentado na Tabela 3, o sistema em estudo proporciona uma economia anual de R\$ 403,1, todavia, necessita de gastos de R\$7,4 e R\$130,00 (Tabela 4), referente aos custos anuais de operação e manutenção, respectivamente.

A viabilidade econômica do presente estudo foi analisada através do orçamento exibido no Quadro 2, o qual obteve o valor de R\$ 2.595,69 (com BDI de 20%) para ser investido na execução do sistema de reuso de águas cinzas.

ITEM	TIPO	CÓD.	DESCRIÇÃO	UN	QTD	PREÇO UNITÁRIO	TOTAL COM B.D.I 20%
1	SERVIÇOS PRELIMINARES						R\$17,53
1.1	Composição/ SINAPI	85423	ISOLAMENTO DE OBRA COM TELA PLASTICA COM MALHA DE 5MM	M2	2,3	R\$6,35	R\$17,53
2	DEMOLIÇÃO, ESCAVAÇÃO, TRANSPORTE, REATERRO E COMPACTAÇÃO						R\$27,19
2.1	RESERVATÓRIO INFERIOR DE ÁGUAS CINZAS						R\$27,19
2.1.1	Composição/ SINAPI	89887	ESCAVAÇÃO VERTICAL A CÉU ABERTO, INCLUI CARGA, DESCARGA E TRANSPORTE, EM SOLO DE 1ª CAT ESCAVAD HIDRÁULICA AF_12/2013	M3	2,3	R\$8,50	R\$23,46

2.1.2	Composição/ SINAPI	72961	REGULARIZACAO E COMPACT SUBLEITO ATE 20CM ESPESSUR	M2	2,3	R\$1,35	R\$3,73
2.2	REDE DE ÁGUA CINZA						R\$108,12
2.2.1	Composição/ SINAPI	93358	ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALA COM PROFUNDIDADE MENOR OU IGUAL A 1,30 M. AF_03/2016	M3	1	R\$56,09	R\$67,31
2.2.2	Composição/ SINAPI	96995	REATERRO MANUAL APILOADO COM SOQUETE. AF_10/2017	M3	1	R\$34,01	R\$40,81
3	INFRAESTRUTURAS						R\$52,22
3.1	RESERVATÓRIO INFERIOR DE ÁGUAS CINZAS						R\$52,22
3.1.1	Composição/ SINAPI	95241	LASTRO DE CONCRETO MAGRO, APLICADO EM PISOS OU RADIERS, ESPESSURA DE 5 CM. AF_07/2016	M2	2,3	R\$18,92	R\$52,22
4	INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS						R\$2.498,76
4.1	RESERVATÓRIO INFERIOR DE ÁGUAS CINZAS						R\$1.263,38
4.1.1	Mercado	BC-98	BOMBA CENTRÍFUGA SCHNEIDER BC 98 1/3 CV 220V MONOFÁSICA	UN	1	R\$396,93	R\$476,32
4.1.2	Composição/ SINAPI	73796/2	VÁLVULA DE PÉ COM CRIVO Ø 25MM (1") - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	UN	1	R\$55,87	R\$67,04
4.1.3	Composição/ SINAPI	73795/1	VÁLVULA DE RETENÇÃO VERTICAL Ø 20MM (3/4") - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	UN	1	R\$53,11	R\$63,73
4.1.4	Composição	94494	REGISTRO DE GAVETA BRUTO, LATÃO, ROSCÁVEL, 3/4" AF_06/2016	UN	1	R\$57,91	R\$69,49
4.1.5	Mercado	500	CAIXA D'AGUA EM POLIETILENO 750 LITROS, COM TAMPA	UN	1	R\$489,00	R\$586,80
4.2	REDE DE ÁGUA CINZA						R\$939,42

4.2.1	Composição/ SINAPI	91788	(COMPOSIÇÃO REPRESENTATIVA) DO SERVIÇO DE INSTALAÇÃO DE TUBOS DE PVC, SOLDÁVEL, ÁGUA FRIA, DN 50 MM AF_10/2015	M	1	R\$29,17	R\$35,00
4.2.2	Composição/ SINAPI	91785	(COMPOSIÇÃO REPRESENTATIVA) DO SERVIÇO DE INSTALAÇÃO DE TUBOS DE PVC, SOLDÁVEL, ÁGUA FRIA, DN 25 MM AF_10/2015	M	1,3	R\$28,89	R\$45,07
4.2.3	Composição/ SINAPI	91784	(COMPOSIÇÃO REPRESENTATIVA) DO SERVIÇO DE INSTALAÇÃO DE TUBOS DE PVC, SOLDÁVEL, ÁGUA FRIA, DN 20 MM AF_10/2015	M	4	R\$29,28	R\$140,54
4.2.4	Mercado	GBF 500	FILTRO REUSO DE ÁGUAS CINZAS	UN	1	R\$599,00	R\$718,80
4.4	RESERVATÓRIO SUPERIOR DE ÁGUA CINZA						R\$295,96
4.4.1	Composição/ SINAPI	34637	CAIXA D'AGUA EM POLIETILENO 500 LITROS, COM TAMPA	UN	1	R\$159,04	R\$190,85
4.4.1	Composição/ SINAPI	85195	CHAVE DE BOIA AUTOMÁTICA	UN	1	R\$63,30	R\$75,96
4.4.2	Composição/ SINAPI	40329	TORNEIRA PLASTICA DE BOIA CONVENCIONAL P/ CAIXA DE AGUA,3/4 "	UN	1	R\$9,85	R\$11,82
4.4.3	Composição/ SINAPI	91785	(COMPOSIÇÃO REPRESENTATIVA) DO SERVIÇO DE INSTALAÇÃO DE TUBOS DE PVC, SOLDÁVEL, ÁGUA FRIA, DN 25 MM AF_10/2015	M	0,5	R\$28,89	R\$17,33
TOTAL							R\$2.595,69

Quadro 2 – Orçamento Sistema Reuso

Fonte: Autor, 2019.

Assim, o investimento realizado no projeto em estudo terá um período de retorno de aproximadamente 10 anos, proporcionando resultado satisfatório, por se tratar de uma residência unifamiliar e economia de um recurso que atualmente encontra-se

em estado de escassez.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O reuso de água cinza apresentou-se como uma técnica eficaz no combate a pouca disponibilidade hídrica na cidade de Caruaru/PE, proporcionando bons resultados quando aplicada em finalidades não potáveis como lavagem de pisos e descarga de bacias sanitárias. Diante do cenário hídrico da região, é necessário o uso de técnicas e tecnologias que promovam o consumo racional e minimização das dificuldades ocasionadas pela escassez hídrica, além de contribuir na dificuldade de drenagem urbana.

A obra orçada em R\$ 2.595,69, é economicamente viável por ofertar uma economia anual de R\$ 403,10 com retorno do investimento inicial previsto em 10 anos, prazo satisfatório, por se tratar de uma residência de pequeno porte.

Portanto, pode-se concluir que o sistema de reuso de águas cinzas na residência unifamiliar é uma escolha apreciável na economia do consumo de água tratada em atividades não potáveis, além de impulsionar a conservação da água, que atualmente encontra-se em escassez.

REFERÊNCIAS

ASANO, T. et al.; Metcalf & Eddy AECOM. **Water Reuse: issues, technologies, and applications**. New York: Mc Graw Hill, 2007. 1570p.

BLUM, José Roberto Coppini; et al. **Reuso de Água**. 1 ed. São Paulo: Manole, 2003.

BRAGA, Benedito; et al. **INTRODUÇÃO À ENGENHARIA AMBIENTAL**. 2 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

ENGEPLAS. **Consumo Médio de Água por Pessoa/Dia**. Disponível em: <www.engeplas.com.br>. Acesso em: 20/03/2019.

GONÇALVES, R. F. **Uso Racional da Água em Edificações**. Projeto PROSAB. Rio de Janeiro: ABES, 2006.

LIMA, Rodrigo Mendonça de Araújo. **GESTÃO DA ÁGUA EM EDIFICAÇÕES: UTILIZAÇÃO DE APARELHOS ECONOMIZADORES, APROVEITAMENTO DE**

ÁGUA PLUVIAL E REUSO DE ÁGUA CINZA. 2010. 71 f. Monografia - Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, 2010.

MAY, Simone. **Caracterização, tratamento e reuso de águas cinzas e aproveitamento de águas pluviais em edificações**. 2009. 223f. Tese (Doutorado em Engenharia) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Relatório de Painel Internacional pede Mudança Fundamental na Gestão da Água**. 2018. Disponível em <<https://nacoesunidas.org/relatorio-de->

painel-internacional-pede-mudanca-fundamental-na-gestao-da-agua/>. Acesso em: 04/09/2018.

PHILIPPI JR, A. **Introdução ao reuso de águas**. In: Mancuso, P. C. S.; SANTOS, H. F. Reuso de águas. 579 p. São Paulo: Manole, 2003.

TOMAZ, P. **Previsão de Consumo de Água**. São Paulo: Hermano & Bugelli, 2000.

UNIÁGUA. **Água no Planeta**. 2006. Disponível em: <<http://www.uniagua.org.br/aguaplaneta.htm>>. Acesso em: 04/09/2018.

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

A

Agregado 99, 123, 124, 164, 165
Ambiental 60, 86, 88, 89, 96, 101, 102, 103, 104, 105, 110, 111, 112, 113, 137, 183
Análise não linear 169
Argamassa 114, 115, 116, 117, 118, 119, 121, 123, 125, 126, 133, 142
Árvore solar 61, 62
Autoetnográfico 31, 33
Automação de alta eficiência 61
Avaliação de pavimento flexível 152
Avanços tecnológicos 102

B

Benefícios 10, 86
Big data 44, 45, 49, 51, 52, 53
Bim 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 21, 24, 29, 30, 44, 45, 48, 49, 50, 51, 52, 53
Bioclimatologia 55
Blocos de vedação 127, 129, 132, 136, 137

C

Captação de água 98, 99, 101
Caracterização de pavimento 152
Cerâmica vermelha 127, 129, 130, 131, 132, 135, 136, 137
Cidades inteligentes 13
Concreto poroso 98, 99
Concreto reforçado com fibras 120, 124, 126
Construção civil 1, 5, 7, 13, 14, 30, 72, 79, 81, 84, 85, 98, 114, 120, 126, 128, 129, 164, 167, 168, 183

D

Defeitos de pavimentos 152
Drenagem superficial 138, 141, 148, 149

E

Eficiência 7, 55, 56, 61, 62, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 92, 102, 111
Energia eólica 79, 80, 81, 85
Energia renovável 61, 80, 81
Engenharia civil 1, 3, 4, 5, 7, 9, 10, 11, 31, 32, 35, 101, 119, 126, 161, 162, 163, 169, 181, 182, 183
Ensino superior 1, 3, 5, 9, 183
Esforços solicitantes 169, 171, 175, 179, 181

F

Fibras de polipropileno 114, 115, 116, 117, 119

Fibras poliméricas 120, 126

Fissuras 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 122, 151, 160, 161, 168

Frequência natural 72, 74, 76, 77

G

Geotecnologias 102, 104, 105, 106, 107, 110, 111, 112, 113

Gestão do conhecimento 36, 49

Granulometria 163, 164, 168

H

Habitação sustentável 55

I

Internet das coisas 49

M

Método dos elementos finitos 169

P

Painéis alveolares 72, 77

Perícia ambiental 102, 105, 111, 112

R

Realidade virtual e aumentada 44

Reaproveitamento de água 98

Resíduos 62, 127, 128, 131, 136, 137

Retração 114, 115, 116, 118, 119, 133, 135, 136

Reuso 86, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 95, 96, 97

Rodovias 104, 122, 138, 140, 141, 147, 150, 152, 162

S

Sig 102, 104, 107, 108, 110, 111

Sistema de drenagem 138, 140, 141, 148, 149, 150

Solo 93, 105, 106, 107, 111, 112, 113, 142, 143, 144, 163, 164, 165, 166, 167, 168

Sustentabilidade 18, 79, 81, 82, 84, 85, 98, 101, 107, 112, 183

V

Verificação automatizada de conformidade 13

Vibrações excessivas 72, 75, 77

