

**HELENTON CARLOS DA SILVA
(ORGANIZADOR)**

**GESTÃO DE
RECURSOS HÍDRICOS E
SUSTENTABILIDADE 3**



Atena
Editora
Ano 2019

Helenton Carlos da Silva
(Organizador)

**Gestão de Recursos Hídricos e
Sustentabilidade**
3

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Geraldo Alves
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores

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

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
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. 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 Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
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
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. 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.ª Dr.ª 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 Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
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. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
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. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
G393	Gestão de recursos hídricos e sustentabilidade 3 / Organizador Helenton Carlos da Silva. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Gestão de Recursos Hídricos e Sustentabilidade; v. 3) Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-667-6 DOI 10.22533/at.ed.676192709 1. Desenvolvimento de recursos hídricos. 2. Política ambiental – Brasil. 3. Sustentabilidade. I. Silva, Helenton Carlos da. II. Série. CDD 343.81
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

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

APRESENTAÇÃO

A obra “*Recursos Hídricos e Sustentabilidade 3*” publicada pela Atena Editora apresenta, em seus 50 capítulos, discussões de diversas abordagens acerca da sustentabilidade e dos recursos hídricos brasileiros.

A busca por fontes alternativas de água têm se tornado uma prática cada vez mais necessária, como uma alternativa socioambiental responsável, no sentido de reduzir a demanda exclusiva sobre os mananciais superficiais e subterrâneos, tendo em vista que o intenso processo de urbanização tem trazido efeitos negativos aos recursos hídricos, em sua dinâmica e qualidade.

As águas subterrâneas representam água doce de fácil acesso, e muitas vezes, as únicas opções para abastecimento de água potável. Em geral, possuem melhor qualidade devido às interações com o solo durante a percolação. Porém, em áreas urbanas, diversas atividades comprometem sua qualidade e demanda, como instalação de fossas negras, esgotos domésticos sem tratamento ou com tratamento inadequado, disposição inadequada de resíduos sólidos, impermeabilização de zonas de recarga, armazenamento de produtos perigosos em tanques subterrâneos ou aéreos sem bacia de contenção, dentre outros.

O estudo das águas subterrâneas, com a globalização, assume uma importância cada vez mais expressiva, visto que é entendido como um instrumento capaz de prover solução para os problemas de suprimento hídrico. Através de determinadas ferramentas é possível sintetizar o espaço geográfico e aprimorar o estudo deste recurso.

Tem-se ainda a infiltração de água no solo, que pode ser definida como o processo com que a água infiltra na superfície para o interior do solo, podendo ser definida como o fenômeno de penetração da água e redistribuição através dos poros ao longo do perfil. A vegetação possui efeito na dinâmica de umidade do solo, tanto diretamente como através da interação com outros fatores do solo.

Dentro deste contexto podemos destacar o alto consumo de água em edificações públicas, em razão da falta de gestão específica sobre o assunto, onde a ausência de monitoramento, de manutenção e de conscientização dos usuários são os principais fatores que contribuem para o excesso de desperdício. Faz-se necessária, então, a investigação do consumo real de água nos prédios públicos, mais precisamente os de atendimento direto aos cidadãos, efetuando-se a comparação do consumo teórico da população atendida (elaborado no projeto da edificação) com o consumo real, considerando o tempo médio de permanência desse público no imóvel, bem como as peculiaridades de cada atendimento, tendo como exemplo o acompanhante da pessoa atendida, bem como casos de perícia médica.

Neste sentido, este livro é dedicado aos trabalhos relacionados aos recursos hídricos brasileiros, compreendendo a gestão destes recursos, com base no reaproveitamento e na correta utilização dos mesmos. 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
ADEQUAÇÃO DE TELHADOS VERDES EXTENSIVOS PARA A CIDADE DE CARUARU-PE BASEADA NA MÉDIA DE PRECIPITAÇÕES CHUVOSAS	
José Floro de Arruda Neto Armando Dias Duarte Íalysson da Silva Medeiros Gustavo José de Araújo Aguiar Gilson Lima da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.6761927091	
CAPÍTULO 2	9
ANÁLISE DE ÁGUA PROVENIENTE DE APARELHO DE AR CONDICIONADO VISANDO O SEU REAPROVEITAMENTO	
Ideana Machado de Carvalho Ideane Machado Teixeira de Sousa André Luiz da Silva Santiago Elisabeth Laura Alves de Lima Valderice Pereira Alves Baydum	
DOI 10.22533/at.ed.6761927092	
CAPÍTULO 3	17
ESTUDO DO REUSO DE ÁGUAS CINZAS EM HABITAÇÕES UNIFAMILIARES NO ESTADO DO PIAUÍ	
Mariana Fontenele Ramos	
DOI 10.22533/at.ed.6761927093	
CAPÍTULO 4	24
PROJETO DE SISTEMA DE REAPROVEITAMENTO DE ÁGUA CINZA DE UM PRÉDIO RESIDENCIAL PARA FINS NÃO POTÁVEIS	
Daniel Kiyomasa Nakadomari Deividi Lucas Paviani Osmar Amaro Rosado William Freitas Petrangelo Camila Brandão Nogueira Borges Camila Fernanda de Paula Oliveira Paulo Sergio Germano Carvalho Daniel Lyra Rodrigues	
DOI 10.22533/at.ed.6761927094	
CAPÍTULO 5	34
QUANTIFICAÇÃO DO VOLUME DE ÁGUA DESPERDIÇADO NOS BEBEDOUROS DO INSTITUTO FEDERAL DE SERGIPE, CAMPUS ARACAJU	
Rafaella Santos Coutinho Zacarias Caetano Vieira Carina Siqueira de Souza Carlos Gomes da Silva Júnior Daniel Luiz Santos Any Caroliny Dantas Santos	
DOI 10.22533/at.ed.6761927095	

CAPÍTULO 6	39
DEMANDA ESPECÍFICA DE ÁGUA EM PRÉDIOS PÚBLICOS: VERIFICAÇÃO DE SUPERESTIMAÇÃO DE VALORES UTILIZADOS NO MEIO TÉCNICO PARA DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO - ESTUDO DE CASO	
<p>Marcelo Coelho Lanza Maria da Glória Braz</p>	
DOI 10.22533/at.ed.6761927096	
CAPÍTULO 7	51
ANÁLISE ENTRE VAZÃO DE PROJETO E VAZÃO DE OPERAÇÃO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE	
<p>Angelis Carvalho Menezes Michelli Ferreira de Oliveira Luciana Coêlho Mendonça</p>	
DOI 10.22533/at.ed.6761927097	
CAPÍTULO 8	61
ANÁLISE DAS SOBREPRESSÕES E SUBPRESSÕES NA ADUTORA DO POXIM, PROPONDO DISPOSITIVOS ALTERNATIVOS DE MANUTENÇÃO DO GOLPE DE ARIETE	
<p>Abraão Martins do Nascimento Keila Giordany Sousa Santana Paulo Eduardo Silva Martins Nayara Bezerra Carvalho</p>	
DOI 10.22533/at.ed.6761927098	
CAPÍTULO 9	68
CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA DE ABASTECIMENTO DO MUNICÍPIO DE CARAÚBAS-RN E ÁGUAS ALTERNATIVAS DE ALMINO AFONSO-RN EM SEUS MÚLTIPLOS USOS	
<p>Clélio Rodrigo Paiva Rafael Larissa Janyele Cunha Miranda Rokátia Lorrany Nogueira Marinho Renata de Oliveira Marinho Antonio Ferreira Neto Mônica Monalisa Souza Valdevino Lígia Raquel Rodrigues Santos</p>	
DOI 10.22533/at.ed.6761927099	
CAPÍTULO 10	77
ÁREAS PRESERVADAS E QUALIDADE DA ÁGUA: A INFLUÊNCIA DA REMONTA NO RIBEIRÃO DAS ROSAS – JUIZ DE FORA/MG	
<p>Geisa Dias Gaio Pedro José de Oliveira Machado</p>	
DOI 10.22533/at.ed.67619270910	
CAPÍTULO 11	89
CONTRIBUIÇÃO DA GEOFÍSICA PARA A HIDROGEOLOGIA DA APA GUARIROBA, MUNICÍPIO DE CAMPO GRANDE-MS	
<p>Giancarlo Lastoria</p>	

Guilherme Henrique Cavazzana
Andresa Oliva
Sandra Garcia Gabas
Chang Hung Kiang

DOI 10.22533/at.ed.67619270911

CAPÍTULO 12 96

ESPACIALIZAÇÃO POR INTERPOLADOR KERNEL DA POTENCIALIDADE DE
ARMAZENAMENTO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA NA REGIÃO LESTE DO ESTADO
DE SERGIPE

Kisley Santos Oliveira
Thais Luiza dos Santos
Paulo Sérgio de Rezende Nascimento

DOI 10.22533/at.ed.67619270912

CAPÍTULO 13 107

INUNDAÇÕES E USOS DA TERRA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SESMARIA,
RESENDE/RJ

Angel Loo
Pedro José de Oliveira Machado

DOI 10.22533/at.ed.67619270913

CAPÍTULO 14 120

ANÁLISE HIDROMORFOMÉTRICA DA SUB-BACIA DO RIACHO DO SERTÃO NA
REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO TRAIPIU – AL

Luana Kívia Lima de Paiva
Lucas Araújo Rodrigues da Silva
Thiago Alberto da Silva Pereira

DOI 10.22533/at.ed.67619270914

CAPÍTULO 15 127

ANÁLISE MORFOMÉTRICA DE BACIAS HIDROGRÁFICAS DA REGIÃO
METROPOLITANA DO CARIRI - CEARÁ

Ana Beatriz Nunes Oliveira
Diego Arrais Rolim Andrade de Alencar
Edson Paulino de Alcântara
Thamires Figueira da Penha Lima Gonçalves
Sávio de Brito Fontenele

DOI 10.22533/at.ed.67619270915

CAPÍTULO 16 139

APLICAÇÃO DA FLUORESCÊNCIA MOLECULAR E REDE NEURAL DE KOHONEN
PARA IDENTIFICAÇÃO DAS FONTES DE MATÉRIA ORGÂNICA DISSOLVIDA
PRESENTE NOS RIOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS SERGIPE E
SÃO FRANCISCO

Adnivia Santos Costa Monteiro
Erik Sartori Jeunon Gontijo
Igor Santos Silva
Carlos Alexandre Borges Garcia
José do Patrocínio Hora Alves

DOI 10.22533/at.ed.67619270916

CAPÍTULO 17	150
MÉTODO GEOELÉTRICO - POTENCIAL INSTRUMENTO PARA AUXÍLIO DA GESTÃO DO SOLO E DOS RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS: ESTUDOS DE CASO, ALAGOINHAS, BAHIA	
Rogério de Jesus Porciúncula Olivar Antônio Lima de Lima	
DOI 10.22533/at.ed.67619270917	
CAPÍTULO 18	162
QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS: ESTUDO DE CASO EM ABATEDOURO DE BOVINOS	
Isabel Cristina Lopes Dias Antonio Carlos Leal de Castro	
DOI 10.22533/at.ed.67619270918	
CAPÍTULO 19	173
A OCORRÊNCIA NATURAL DE NÍQUEL E CROMO (III) EM ÁGUA SUBTERRÂNEA NOS COMPLEXOS ULTRABÁSICOS E ALCALINOS, O EXEMPLO DE JACUPIRANGA	
Augusto Nobre Gonçalves	
DOI 10.22533/at.ed.67619270919	
CAPÍTULO 20	182
OCORRÊNCIA DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO MUNICÍPIO DE MONTES CLAROS - MG: UM ESTUDO DE CASO UTILIZANDO A GEOTECNOLOGIA	
Marcela Almeida Alves Marcos Rodrigues Cordeiro	
DOI 10.22533/at.ed.67619270920	
CAPÍTULO 21	197
AVALIAÇÃO DO AQUÍFERO LIVRE DA ZONA NORTE DO MUNICÍPIO DE ARACAJU-SERGIPE ATRAVÉS DA DETERMINAÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DE METAIS E BTEX	
Carlos Alexandre Borges Garcia Nathália Krissi Novaes Oliveira Helenice Leite Garcia Ranyere Lucena de Souza Silvânio Silvério Lopes da Costa	
DOI 10.22533/at.ed.67619270921	
CAPÍTULO 22	207
DIAGNÓSTICO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA SEGUNDO PERCEPÇÃO DOS USUÁRIOS DO DISTRITO DE MARACAJÁ EM NOVO REPARTIMENTO-PA	
Agnes da Silva Araújo Lucas Nunes Franco Davi Edson Sales e Souza Raisa Rodrigues Neves Vanessa Conceição dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.67619270922	

CAPÍTULO 23	217
INFLUÊNCIA DE CEMITÉRIO EM PARÂMETROS QUÍMICOS DA ÁGUA SUBTERRÂNEA	
Fernando Ernesto Ucker Maria Clara Veloso Soares Rosa	
DOI 10.22533/at.ed.67619270923	
CAPÍTULO 24	229
O MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS NO CONTEXTO DOS PLANOS MUNICIPAIS DE SANEAMENTO: CASO DE ESTUDO EM UM MUNICÍPIO RIBEIRINHO E EM UM MUNICÍPIO DO INTERIOR DO PIAUÍ	
Bruna Peres Battemarco Antonio Krishnamurti Beleño de Oliveira Osvaldo Moura Rezende Ana Caroline Pitzer Jacob Matheus Martins De Sousa Luiza Batista De França Ribeiro Paulo Canedo de Magalhães	
DOI 10.22533/at.ed.67619270924	
CAPÍTULO 25	243
ANÁLISE QUANTITATIVA DA VEGETAÇÃO CILIAR DO CÓRREGO BOA ESPERANÇA E DO RIO MUQUI DO NORTE - TRECHO URBANO DO MUNICÍPIO DE MUQUI (ES)	
Caio Henrique Ungarato Fiorese Vinicius Rocha Leite Gabriel Adão Zechini da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.67619270925	
CAPÍTULO 26	255
AVALIAÇÃO INTEGRADA DOS RECURSOS HÍDRICOS EM UMA BACIA CONTRIBUINTE DO PANTANAL MATO-GROSSENSE	
Valdeci Antônio de Oliveira Daniela Maimoni de Figueiredo Simoni Maria Loverde Oliveira Ibraim Fantin-Cruz	
DOI 10.22533/at.ed.67619270926	
SOBRE O ORGANIZADOR	275
ÍNDICE REMISSIVO	276

ADEQUAÇÃO DE TELHADOS VERDES EXTENSIVOS PARA A CIDADE DE CARUARU-PE BASEADA NA MÉDIA DE PRECIPITAÇÕES CHUVOSAS

José Floro de Arruda Neto

Universidade Federal de Pernambuco
Caruaru-PE

Armando Dias Duarte

Universidade Federal de Pernambuco
Caruaru-PE

Iálysson da Silva Medeiros

Universidade Federal de Pernambuco
Caruaru-PE

Gustavo José de Araújo Aguiar

Universidade Federal de Pernambuco
Caruaru-PE

Gilson Lima da Silva

Universidade Federal de Pernambuco
Caruaru-PE

RESUMO: O cenário de profundo déficit hídrico presente na região do Agreste Pernambucano, impõe a busca de soluções que visem a melhoria das condições habitacionais e a melhoria do escoamento das cidades, a fim de contribuir para a melhoria da qualidade de vida e ambiental. O uso de ferramentas como a utilização de telhados verdes, vem se mostrando uma alternativa promissora para minimizar esses impactos. O presente trabalho teve como objetivo a análise histórica pluviométrica dos últimos 50 anos para a escolha da cobertura vegetal ideal para períodos de estiagem. Para tal utilizou-se o banco de dados do Instituto

de Tecnologia de Pernambuco e com o auxílio de planilhas eletrônicas e testes estatísticos foi observado que a região apresenta características de estiagem, com pluviosidade média de 50 mm por períodos superiores a 4 meses. Para a utilização de cobertura vegetal de tipo extensiva devem ser escolhidas variedades que tenham necessidades abaixo dos 100 mm de precipitação mensais. A avaliação dos dados para seleção das espécies, sugeriu o uso da cobertura de plantas do próprio semiárido regional, por apresentarem vantagens de melhor adaptação e por naturalmente armazenarem água e nutrientes em períodos de déficit hídrico.

ADEQUACY OF EXTENSIVE GREEN ROOFS TO THE CITY OF CARUARU-PE BASED ON THE MEANING OF RAINFALL PRECIPITATIONS

ABSTRACT: The scenery of deep water scarcity in the area of the Agreste from Pernambuco, imposes the search of solutions that seek the improvement of the habitational conditions and the improvement of the drainage of the cities, in order to contribute for the improvement of the life quality and environmental. The use of tools as the use of green roofs, comes if showing a promising alternative to minimize those impacts. The present work had as objective the analysis historical rain of the last 50 years for the choice of the ideal vegetable covering for drought periods. For such the database of the Institute

of Technology of Pernambuco was used and with the aid of electronic spreadsheets and statistical tests it was observed that the area presents drought characteristics, with medium rainfall of 50 mm for superior periods to 4 months. For the use of extensive vegetable covering of type they should be chosen varieties that have needs below the 100 mm monthly precipitation. The evaluation of the data for selection of the species, suggested the use of the covering of plants of the own regional semiarid, for they present advantages of better adaptation and for naturally they store water and nutritious in periods of water scarcity.

PALAVRAS-CHAVE: Telhados Verdes, Hidrologia, Precipitações médias.

INTRODUÇÃO

Após a revolução industrial a migração para as cidades em busca de emprego foi intensificada gerando significativo aumento populacional, o que motivou as cidades a se adaptarem ao crescimento populacional. A população urbana brasileira teve um significativo crescimento passando de 32.000.000 na década de 50 para cerca de 160.000.000 nos dias atuais, representando 85% da população total (IBGE, 2010).

Nas cidades o espaço destinado ao escoamento natural dos rios e consequentemente das águas oriundas das chuvas foi em grande parte ocupado com construções que cada vez mais diminuíram a capacidade de escoamento. Além disso, o processo de urbanização tornou as cidades mais impermeáveis do ponto de vista da utilização de materiais de construção, como o concreto e o asfalto, o que aumentou o volume e velocidade do escoamento.

Relevante a ser observado é que diversos fatores sociais podem interferir diretamente nos resultados que levaram a este estudo. A população sem acesso a políticas públicas de urbanização e coleta de resíduos sólidos tende a descartar de maneira irregular estes resíduos, obstruindo parcialmente ou totalmente a estrutura de drenagem urbana.

Para o Nordeste brasileiro as intensas variações climáticas resultam em grandes eventos de enchentes e secas, que podem se prolongar por meses. Dois fenômenos se destacam na formação deste quadro O *El Niño* e a Oscilação do Sul (ARAGÃO, 1986; MARENGO *et al.*, 2011) (Destaca-se ainda a característica cíclica do *El Niño*, com reincidência em períodos entre 5 e 7 anos (ARAGÃO, 1986).

O Estado de Pernambuco analisando os problemas com as variações climáticas e instituiu em 2010 a Política Estadual de Enfrentamento às Mudanças Climáticas estabelecendo a criação de diversas unidades de pesquisa para o enfrentamento destes problemas (PERNAMBUCO, 2010).

Num cenário de redução de capacidade de escoamento por parte das bacias hidrográficas, falta ou precariedade de estruturas de drenagem, redução da permeabilidade e acúmulo de lixo o resultado são as enchentes em diversas cidades brasileiras. É de total relevância planejar soluções para eventos intensos visto que os

de estiagem e as inundações representam risco significativo de mortes (UFC, 2013).

O escoamento superficial é, então, intensificado, resultando no aumento da frequência e da magnitude dos picos do hidrograma de escoamento, levando à ocorrência de enchentes e frequentemente de inundações. A enchente está associada à ocorrência natural, que corresponde à elevação do nível d'água além dos limites normais do escoamento natural, e que a inundação normalmente decorre de modificações no uso do solo e provocam o extravasamento da água para além dos níveis máximos do curso d'água (SANTOS *et al.*, 2013).

A utilização de técnicas que reduzam a possibilidade de enchentes é fundamental nos contextos urbanos e entre elas se destacam a utilização de telhados verde, são coberturas vegetais instaladas na superfície de construções civis com objetivo de absorver as chuvas reduzindo a velocidade de escoamento das mesmas. Este tipo de cobertura reduz a temperatura do imóvel, provoca aumento da umidade relativa do ar, além de outros benefícios como o melhoramento visual da área onde se utiliza (CASTRO e GOLDENFUM, 2009). Outro importante impacto da construção de telhados verdes é a redução da temperatura interna em cerca de 2,0 °C em dias quentes e cerca de 4°C em ambientes externos (OLIVEIRA, 2009).

É possível ainda disponibilizar estas áreas para o cultivo de hortaliças e variedades de plantas medicinais, fortalecendo a segurança alimentar e geração de renda em cidades que tem cada vez maior redução de espaços destinados ao cultivo (ISLAM, 2004).

Os telhados verdes podem ser caracterizados em extensivo, aquele que necessita de pouca intervenção após sua instalação e o intensivo, que necessita de manutenção permanente, como a adubação e irrigação (DUNNET e KINGSBURY, 2004).

De acordo com Vanwoert *et al.* (2005), o telhado com cobertura vegetal pode reter até 82,8%, e quando combinada com a inclinação de 2% e profundidade média de 4 cm essa retenção chega a 87%, contudo o uso reduz sua eficácia para precipitações de maior intensidade sendo sua absolvição de até 90% para precipitações pequenas (< 25,4 mm) e menos que 50% para precipitações grandes (> 76,2 mm) (CARTER e RASMUSSEN, 2006).

No estudo de Carter e Rasmussen (2006) houve significativa redução da velocidade de escoamento, implicando em seus tempos que passaram de 17,0 minutos para o telhado comum para 34,9 minutos para o telhado verde, logo um aumento de 17,9 minutos no tempo médio de escoamento.

Dada a importância do estudo sobre telhados verdes e suas aplicações, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a forragem vegetal mais adequada para as condições climáticas Município de Caruaru-PE.

MÉTODOS

O estudo foi realizado no município de Caruaru, situado na Mesorregião do Agreste e Microrregião do Vale do Ipojuca, a cerca de 130 km da capital. A temperatura média anual do município é de 22,7°C tendo como vegetação predominante à caatinga e traços de Mata Atlântica situada em brejo de altitude (IBGE, 2010).

A irregularidade das chuvas na região é um fator notório, pois a precipitação média acumulada está entre 500 mm a 600 mm por ano, e cerca de 30% das chuvas são de grande intensidade, acentuando a irregularidade pluviométrica. A taxa de evapotranspiração é superior às taxas de precipitação, sendo os meses de agosto a dezembro considerados críticos (SANTOS e MONTENEGRO, 2012). Para avaliação dos dados climatológicos, foi utilizado o banco de dados do Instituto de Tecnologia de Pernambuco – ITEP (2016) para se obter as informações das precipitações dos últimos 50 anos, e com o auxílio do programa Microsoft Excel 2007. Após a correção dos dados foram realizados testes estatísticos diversos como total de chuvas, média, moda, mediana, curtose, desvio absoluto, desvio médio, desvio padrão, variância, coeficiente de variação, e assimetria para os dados anuais e mensais. Sendo alguns deles demonstrados a seguir:

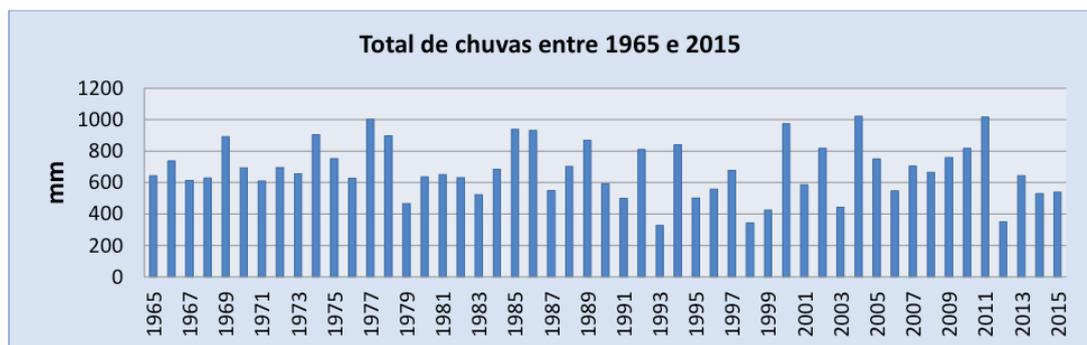


Figura 1 – Total das Chuvas no Município entre 1965-2015 (ITEP,2016).

Foi avaliada a média mensal de todas as precipitações no período de estudo, o que mais uma vez reforça os baixos índices de precipitação, sempre abaixo de 100 mm:

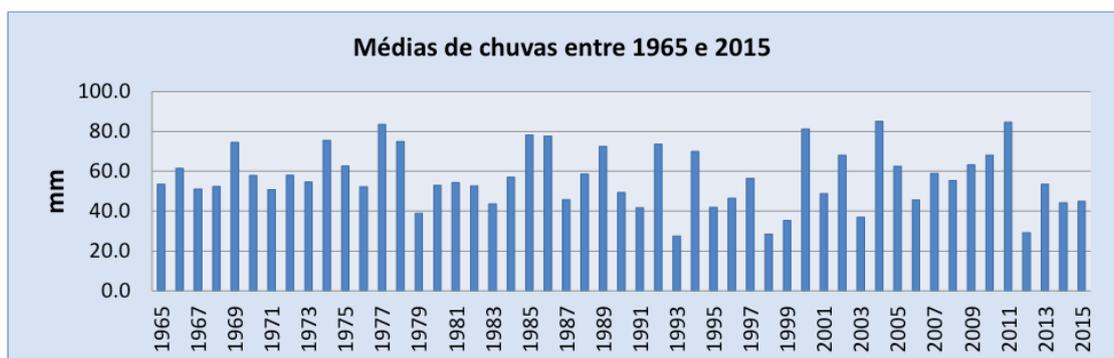


Figura 2 – Médias das Chuvas no Município entre 1965-2015 (ITEP,2016).

Foi identificado que nos meses de setembro a dezembro as precipitações nos últimos 50 anos foram quase que na totalidade abaixo de 100mm mensais em média conforme dados abaixo:



Figura 3 – Total das Chuvas no Município entre 1965-2015 no mês de setembro (ITEP,2016).



Figura 4 – Total das Chuvas no Município entre 1965-2015 no mês de outubro (ITEP,2016).



Figura 5 – Total das Chuvas no Município entre 1965-2015 no mês de novembro (ITEP,2016).



Figura 6 – Total das Chuvas no Município entre 1965-2015 no mês de dezembro (ITEP,2016).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A avaliação dos dados hidrológicos realizada, permitiram inferir que em relação às chuvas totais observou-se variação de 329,2 mm em 1993 a 1022,7 mm no ano de 2004 (Figura 1), isso demonstra um ano marcado por estiagem intensa e outro por enchentes na região, como também é possível observar a menor média mensal 27,4 mm no ano de 1993 e a maior 85,2 mm em 2004.

Outros eventos em destaque são os de seca em 1993, 1998 e 2012, e eventos de chuvas moderadas a intensas em 1963, 1973, 1984 identificados também por Guedes *et. al.* (2016).

Foi constatado a partir das medianas, que em 2011 foi de 74,2 mm e em 2015 foi de 14,7 mm, a maior e menor no período de estudo, respectivamente, os resultados demonstram que se excluindo os eventos máximos e mínimos, as precipitações mais uma vez se apresentam muito baixas, ratificando as características da região semiárida, o que confirma resultados semelhantes identificados por Andrade *et al.* (2018).

Foi observado conforme Figura 1, que nos últimos 50 anos as precipitações com média entre 50 mm e 100 mm ocorreram no intervalo de março a julho, tendo os últimos meses as precipitações médias sempre abaixo de 100mm, tendência essa identificada por Silva *et al.* (2010).

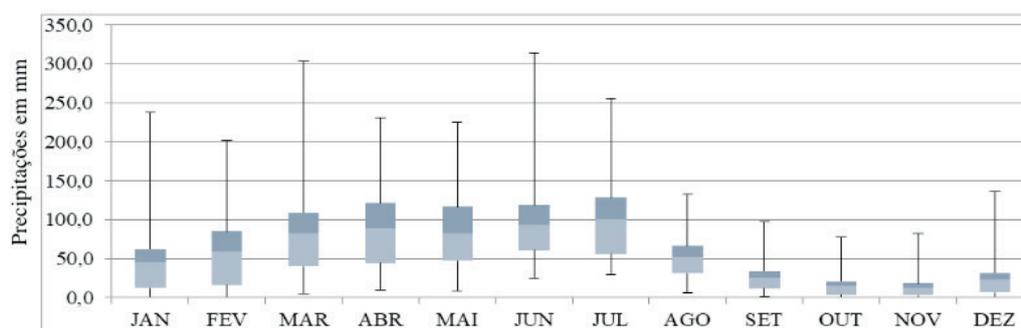


Figura 7 – Precipitações mensais do município de Caruaru no período 1965-2015 (ITEP,2016).

Os pontos de máximo apresentam distâncias das médias históricas, o que pode ocasionar forte risco de enchentes no primeiro semestre, justificando a necessidade de políticas de prevenção, entre elas a utilização de telhados verdes. Por fim nos meses de setembro a dezembro foi observada uma média histórica mensal abaixo dos 50 mm, justificando a adequação destes telhados a estas condições de estiagem, com o mínimo de intervenção humana, tornando-os extensivos. Para que isto ocorra é possível optar-se por variedades de plantas do semiárido regional se apresentam como alternativa de cobertura. O uso de cactos leva vantagem por naturalmente armazenarem água e nutrientes, como por exemplo a espécie conhecida popularmente como “Coroa de Frade”, ou cientificamente *Melocactus Zehntneri* para climas semiáridos resiste as condições climáticas do local por já se encontrar adaptada aos

mesmos e por ter características de folhagem que dificultam a transpiração, outros exemplos são as cactáceas nativas como o Xique-Xique (*Pilocereus Gounellei*), a Coroa de Frade (*Melocactus Zehntneri*, o Mandacaru (*Cereus Jamacaru*) (SILVA *et al*, 2010).

CONCLUSÕES

É de suma importância observar as taxas de evapotranspiração elevadas no segundo semestre, sendo estas em média superiores às precipitações e também os telhados devem estar adequados à possibilidade de chuvas de grande intensidade e dispersas, evitando a morte da cobertura (SANTOS e MONTENEGRO, 2012). A variabilidade climática intensa, mesmo nos períodos chuvosos não garantem o sucesso de atividades agrícolas na região, fortalecendo a necessidade da escolha de variedades típicas do semiárido (MARENGO *et al.*, 2011). Luetzelburg (1922) afirma que o uso da espécie “Coroa de Frade” está restrita ao nordeste brasileiro e essa espécie é ameaçada pelas pressões antrópicas e exploração de seus habitats naturais (FABRICANTE, 2010). O uso das espécies típicas do semiárido, indicadas no presente trabalho para telhados da região, se apresentam como alternativa para a melhoria da qualidade de vida para os habitantes e escoamento urbano.

AGRADECIMENTOS

À equipe envolvida no trabalho e ao Grupo de Gestão Avançada (GAMA).

REFERÊNCIAS

ANDRADE, A. R. S., NETO, A. H. G., DA SILVA CRUZ, A. F., DE ANDRADE, E. K. P., DOS SANTOS, V. F., & DA SILVA, T. N. P. (2018). *Geoestatística aplicada à variabilidade espacial e padrões nas séries temporais da precipitação no agreste pernambucano*. Journal of Environmental Analysis and Progress, 3(1), 126-145.

ARAGÃO, J. O. R. (1996). *A influência dos Oceanos Atlântico e Pacífico sobre a circulação atmosférica e a chuva na Região Semi-Árida do Nordeste do Brasil: Simulação e Observação*. In: SBMET. Anais do IX Congresso Brasileiro de Meteorologia, Campos do Jordão - SP, p.830-833.

CARTER, T. L.; RASMUSSEN, T.C. (2016). *Hydrologic Behavior of Vegetated Roofs*. Journal of the American Water Resources Association, v. 42, n. 5, p.1261-1274, 2006. Como plantar. Disponível em: <http://cplantar.com/coroa-de-frade/> Acesso em 26 de novembro de 2016.

CASTRO, A. S.; GOLDENFUM, J. A.. (2010). *Uso de telhados verdes no controle quantitativo do escoamento superficial urbano*. Revista Atitude - Faculdade Dom Bosco de Porto Alegre.

DUNNETT N. P.; KINGSBURY, N.. (2004). *Planting Green Roofs and Living Walls*. Portland (OR): Timber Press.

FABRICANTE J. R.; ANDRADE, L. A.; MARQUES, F. J.; *Caracterização populacional de Melocactus zehntneri (Britton & Rose) Luetzelburg (Cactaceae) ocorrente em um inselbergue da Caatinga*

paraibana. Laboratório de Ecologia Vegetal, Universidade Federal da Paraíba Revista Biotemas, 23 (1): 61-67, março de 2010.

GUEDES, R, V, S.; SOUSA, F, A, S.; SILVA, F, D, S.; SILVA, V, P, R.,;(2016) *Identificação e classificação espaço-temporal de eventos críticos chuvosos ou secos ocorridos em Pernambuco Identification and classification spatio temporal of rainy or dry critical events in Pernambuco state*. Ciência e Natura, Santa Maria v.38 n.1, 2016, Jan.- Abr. p. 413 – 428

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em <<http://censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?dados=8>> Acesso em 20 de novembro de 2016.

ISLAM, K.M.S. (2004). *Roof top gardening as a strategy of urban agriculture for food security: the case of Dakar city, Bangladesh*. Acta Horticulturae, ISHS, International Conference on Urban Horticulture, v. 643, p241-247.

ITEP - Instituto de Tecnologia de Pernambuco. (2016). Disponível em<<http://www.itep.br>> Acesso em 01 de novembro de 2016.

LUETZELBURG, P.. *Estudo botânico do Nordeste*. v.3.(Publicação 57, Série 1, A). Inspetoria Federal de Obras Contra as Secas, Rio de Janeiro, Brasil, 232pp, 1922.

MARENCO, J. A.; ALVES, L. M.; BEZERRA, E. A.; LACERDA, F. F. Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro In: Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro. 1 ed. Campina Grande. Instituto Nacional do Semiárido, v.1, p. 383-416, 2011.

OLIVEIRA, E. W. N.. (2009). *Telhados verdes para habitações de interesse social: retenção das águas pluviais e conforto térmico*. Eric Watson Netto de Oliveira.

PERNAMBUCO. Lei nº 14.090 de 17 de julho de 2010. Dispõe sobre a Política Estadual de Mudanças Climáticas. 2010. Disponível em: <http://www.semas.pe.gov.br/web/semas/legislacao>. Acesso em 23 de julho 2014.

SANTOS, S. T.; SANTOS, S. M.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; COUTINHO, A. P., MOURA, G. S. S.; ANTONINO, A. C. D.. (2013). *Telhado verde: desempenho do sistema construtivo na redução do escoamento superficial*. Ambiente Construído, Porto Alegre – RS.

SILVA, P. C. G. da S.; MOURA, M. S. B. de.; KIILL, L. H. P.; BRITO, L. T. de L.; PEREIRA, L. A.; SÁ, I. B.; CORREIA, R. C.; TEIXEIRA, A. H. de C.; CUNHA, T. J. F. e GUIMARÃES FILHO, C. (2010). *Caracterização do Semiárido brasileiro: fatores naturais e humanos*. In: Sá, I.B. e Silva, P.C.G. da S. Semiárido Brasileiro: Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação. Embrapa Semiárido. Petrolina. pp. 7-48.

UFC - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. (2013). Centro Universitário de estudos e pesquisas sobre desastres. Atlas Brasileiro de desastres naturais de 1991 a 2012: volume Pernambuco. Florianópolis: CEPED UFSC.

VANWOERT, N. D.; ROWE, D.B; ANDRESEN, J.A.; RUGH, C. L.; FERNANDEZ, R. T.; XIAO, L.. (2005). *Green Roof Stormwater Retention: effects of roof surface, slope and media depth*. Journal of Environmental Quality, v. 34, n. 3, p. 1036-1044.

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

Abastecimento de água 10, 25, 43, 61, 76, 164, 183, 184, 191, 195, 197, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 215, 216

Abatedouro 162, 163, 164, 166, 168, 170

Água 1, 3, 6, 9, 10, 11, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 52, 61, 62, 63, 64, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 80, 81, 82, 84, 85, 86, 87, 89, 90, 92, 94, 95, 96, 97, 98, 100, 101, 102, 104, 106, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 121, 126, 127, 128, 132, 133, 136, 139, 141, 142, 146, 151, 152, 155, 156, 157, 159, 160, 162, 163, 164, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 175, 176, 178, 179, 180, 183, 184, 185, 186, 187, 189, 191, 192, 194, 195, 197, 198, 199, 200, 201, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 238, 239, 241, 245, 248, 250, 252, 253, 255, 256, 257, 258, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 274

Água de reuso 22, 24

Águas cinzas 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 27, 50

Águas subterrâneas 96, 98, 100, 103, 104, 105, 106, 150, 151, 160, 161, 162, 166, 167, 168, 169, 171, 175, 182, 183, 184, 186, 187, 189, 195, 196, 197, 198, 202, 205, 206, 213, 218, 226, 227

Água subterrânea 92, 95, 96, 97, 98, 101, 102, 104, 152, 156, 157, 160, 162, 163, 166, 168, 171, 172, 173, 175, 176, 178, 179, 180, 183, 194, 195, 197, 198, 200, 201, 204, 214, 217, 218, 219, 221, 222, 226, 227

Alunos 34, 35, 38, 55, 56

Aquífero misto 96, 97, 100, 103, 104, 105

B

Bacia do salgado 127, 137

Bacia hidrográfica 77, 78, 79, 81, 83, 88, 89, 90, 92, 93, 95, 101, 102, 107, 108, 120, 121, 122, 126, 128, 131, 132, 137, 138, 184, 190, 205, 253, 254, 257, 258, 259, 260, 261, 267, 268, 271, 272, 273, 274

Bacia sedimentar do Araripe 127

Biorreatores com membrana submersa 24

C

Conscientização 31, 39, 43, 47, 48

Contaminação 20, 72, 86, 150, 151, 154, 157, 158, 160, 161, 168, 170, 171, 183, 197, 198, 202, 203, 204, 205, 206, 208, 213, 217, 218, 219, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 238, 239, 256, 262, 270, 274

Critérios de potabilidade 197, 215

Cromo trivalente 173, 179, 180

D

Demanda de água 39, 49, 184, 211

Descontinuidade urbana 77, 79, 88

Desempenho 8, 47, 61

Desperdício 15, 18, 22, 34, 35, 38, 39, 40, 41, 43, 48

Diagnóstico 82, 88, 118, 205, 207, 209, 214, 215, 216, 227, 229, 230, 231, 233, 234, 241, 253, 254

E

Eletrorresistividade 89, 93, 154, 228

G

Geoprocessamento 98, 100, 105, 120, 125, 126, 182, 184, 186, 187, 196, 243, 245

Gestão sustentável 39, 47, 48, 233

H

Hidráulica 50, 59, 61, 67, 91, 104, 176, 189, 220, 232, 233, 234, 235, 236

Hidrogeologia 89, 90, 97, 182, 196, 205, 206

Hidrologia 2, 23, 88, 90, 119, 120, 126, 138, 141

I

Inundações 3, 107, 108, 109, 110, 117, 118, 119, 128, 134, 231, 232, 234, 235, 236, 238, 241

L

Lineações 96, 97, 101, 102, 103, 104, 105

Lixiviação 140, 144, 173, 175, 200, 219, 268

M

MBR 24, 25, 28, 30, 31, 32

Medição de vazão 51, 53, 55, 59

Monitoramento 5, 39, 51, 53, 56, 83, 84, 121, 122, 160, 164, 166, 167, 169, 170, 171, 176, 179, 183, 199, 205, 217, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 239, 261, 262, 273, 274

N

Necrochorume 157, 217, 218, 219, 221, 225, 226, 227, 228

Neotectônica 96, 97, 98, 100, 101, 103, 105

Níquel 173, 175, 176, 177, 179, 180, 181

P

Precipitações médias 2, 6

Q

Qualidade da água 15, 16, 20, 32, 69, 70, 75, 76, 77, 82, 160, 162, 163, 166, 167, 168, 169, 171, 172, 205, 206, 207, 208, 209, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 224, 255, 257, 258, 262, 265, 266, 267, 268, 270, 271, 272, 273, 274

Qualidade da água subterrânea 166, 172, 217, 218

R

Residências unifamiliares 17, 18, 19, 21, 22

Reuso 9, 10, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 50

Reuso de águas cinzas 17, 18, 19, 21, 22, 23, 50

Reutilização 19, 34, 42

S

SIG 98, 120, 121, 130, 137, 259, 260

Sistema aquífero bauru 89, 90

Sistema de informação geográfica 98, 127, 130

Solo 3, 52, 69, 71, 75, 83, 85, 99, 110, 113, 114, 115, 116, 117, 121, 125, 127, 128, 132, 133, 135, 136, 137, 141, 150, 151, 152, 156, 157, 158, 160, 168, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 197, 198, 201, 204, 205, 217, 218, 219, 222, 223, 224, 227, 231, 232, 233, 236, 237, 238, 241, 248, 252, 255, 257, 258, 260, 262, 263, 267, 268, 270, 271, 273

T

Telhados verdes 1, 2, 3, 6, 7, 8

Tratamento de efluentes 51, 52, 53, 54, 59

Tubulações 61, 62, 64, 66, 73, 201, 210

U

Urbanização 2, 52, 77, 78, 87, 88, 107, 233, 234, 235, 236, 256, 271

Uso da terra 107, 110, 118, 119, 196, 261, 273

Uso racional 9, 10, 11, 16, 17, 26, 34, 40, 43, 50, 183

Usos múltiplos 18, 162, 257, 270, 271

Usuários 20, 35, 39, 41, 47, 48, 49, 70, 89, 92, 162, 207, 208, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 257

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-667-6

