



Helenton Carlos da Silva
(Organizador)

Engenharia
Ambiental e Sanitária:
Interfaces do Conhecimento 2

Atena
Editora

Ano 2019

Helenton Carlos da Silva
(Organizador)

Engenharia Ambiental e Sanitária:
Interfaces do Conhecimento 2

Atena Editora
2019

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



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Faria – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

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

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto 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 ambiental e sanitária [recurso eletrônico] : interfaces do conhecimento 2 / Organizador Helenton Carlos da Silva. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Engenharia Ambiental e Sanitária. Interfaces do Conhecimento; v. 2) Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-694-2 DOI 10.22533/at.ed.942190910 1. Engenharia ambiental. 2. Engenharia sanitária I. Silva, Helenton Carlos da. II. Série. 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 Ambiental e Sanitária Interfaces do Conhecimento*” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora, em seu II volume, apresenta, em seus 31 capítulos, discussões de diversas abordagens acerca da importância da engenharia ambiental e sanitária, tendo como base suas diversas interfaces do conhecimento.

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

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

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

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

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

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

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

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

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
PLANOS MUNICIPAIS DE SANEAMENTO BÁSICO: EXPERIÊNCIAS E COMPREENSÕES PARA SEU ACOMPANHAMENTO E ATUALIZAÇÃO	
Marcelo Seleme Matias	
DOI 10.22533/at.ed.9421909101	
CAPÍTULO 2	17
AS CARAVANAS DE SANEAMENTO NA BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO: FORMA DE DIÁLOGO DE SABERES E DE CAPACITAÇÃO PARA O PROCESSO DE ELABORAÇÃO DE PLANOS MUNICIPAIS DE SANEAMENTO BÁSICO	
Luiz Roberto Santos Moraes	
Luciana Espinheira da Costa Khoury	
Ilka Vlaida Almeida Valadão	
DOI 10.22533/at.ed.9421909102	
CAPÍTULO 3	29
AVALIAÇÃO DOS MÉTODOS DE PROJEÇÃO POPULACIONAL PARA ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE SANEAMENTO BÁSICO EM BELÉM DO PARÁ	
Giovanni Chaves Penner	
Laércio dos Santos Rosa Junior	
Ana Gabriela Santos Dias	
DOI 10.22533/at.ed.9421909103	
CAPÍTULO 4	37
ESTIMATIVA DE POTENCIAL HÍDRICO SUBTERRÂNEO NA REGIÃO NORTE DO ESTADO DO PARANÁ	
Maurício Marchand Krüger	
Cláudio Marchand Krüger	
Rodrigo Pinheiro Pacheco	
Marcos Cesar Santos da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.9421909104	
CAPÍTULO 5	51
ESTRATÉGIAS INSTITUCIONAIS E REGULATÓRIAS PARA ENFRENTAMENTO DA CRISE HÍDRICA NO ESTADO DE SÃO PAULO	
Ester Feche Guimarães	
Marcel Costa Sanches	
DOI 10.22533/at.ed.9421909105	
CAPÍTULO 6	61
PARCERIAS PÚBLICO-PRIVADAS: DO CONCEITO À PRÁTICA, UMA ÊNFASE NO SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DA BAHIA	
Renavan Andrade Sobrinho	
Abelardo de Oliveira Filho	
Cristiane Sandes Tosta	
DOI 10.22533/at.ed.9421909106	

CAPÍTULO 7	74
ANÁLISE DA QUALIDADE DE ÁGUA DE POÇOS SEDIMENTADOS NAS COMUNIDADES RURAIS DO MUNICÍPIO DE SÃO MIGUEL DO IGUAÇU	
Maria Cristina Scarpari Juliana Ninov Márcia Antonia Bartolomeu Agustini Fabio Orssatto	
DOI 10.22533/at.ed.9421909107	
CAPÍTULO 8	92
CARACTERIZAÇÃO DA ÁGUA CLARIFICADA PROVENIENTE DO TRATAMENTO DO RESÍDUO DO TRATAMENTO DE ÁGUA EM CICLO COMPLETO	
Isadora Alves Lovo Ismail Angela Di Bernardo Dantas Luiz Di Bernardo Cristina Filomêna Pereira Rosa Paschoalato Mateus Ancheschi Roveda Guimarães	
DOI 10.22533/at.ed.9421909108	
CAPÍTULO 9	105
PRÉ-TRATAMENTO DE ÁGUA DE TORRE DE RESFRIAMENTO VISANDO REÚSO	
Nathalia Oliveira dos Santos Lídia Yokoyama Vanessa Reich de Oliveira Gabriel Travagini Ribeiro	
DOI 10.22533/at.ed.9421909109	
CAPÍTULO 10	118
PRÉ-TRATAMENTO DE ÁGUA DO MAR AO SISTEMA DE OSMOSE INVERSA EM USINAS TERMELÉTRICAS	
Luciano Dias Xavier Lídia Yokoyama Vanessa Reich de Oliveira Gabriel Travagini Ribeiro	
DOI 10.22533/at.ed.94219091010	
CAPÍTULO 11	131
QUALIDADE DAS ÁGUAS DO PARQUE LAGOAS DO NORTE, TERESINA-PI	
Rafael Diego Barbosa Soares Carlos Ernando da Silva Ronne Wesley Lopes da Cruz	
DOI 10.22533/at.ed.94219091011	
CAPÍTULO 12	141
CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO SANTO AMARO, ESTADO DO ESPÍRITO SANTO	
Caio Henrique Ungarato Fiorese Herbert Torres Gilson Silva Filho	
DOI 10.22533/at.ed.94219091012	

CAPÍTULO 13	156
CONTROLE DE ENCHENTES E A ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA EM BLUMENAU, SC, BRASIL	
Raphael Franco do Amaral Tafner Roberto Righi	
DOI 10.22533/at.ed.94219091013	
CAPÍTULO 14	168
APLICAÇÃO DE TETO JARDIM RESIDENCIAL NA REDUÇÃO DE ALAGAMENTO URBANO	
Raquel da Silva Pinto Camila de Fátima Lustosa Gabriele Sabbadine André Augusto Gutierrez Fernandes Beati Rafael Augusto Valentim da Cruz Magdalena Luciane de Souza Oliveira Valentim	
DOI 10.22533/at.ed.94219091014	
CAPÍTULO 15	180
DESENVOLVIMENTO DE GEOPOLÍMEROS COM A INCORPORAÇÃO DO LODO DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA	
Matheus Rossetto Luciano Senff Simone Malutta Rubia Lana Britenbach Meert Bruno Borges Gentil	
DOI 10.22533/at.ed.94219091015	
CAPÍTULO 16	194
BENCHMARKING DE DESEMPENHO ENTRE OPERADORAS DE ÁGUA E ESGOTO EM NÍVEL DE BACIA HIDROGRÁFICA	
Tiago Balieiro Cetrulo Aline Doria de Santi Rui Domingos Ribeiro da Cunha Marques Tadeu Fabrício Malheiros Natália Molina Cetrulo	
DOI 10.22533/at.ed.94219091016	
CAPÍTULO 17	203
ANÁLISE DA DEGRADAÇÃO DE MATÉRIA ORGÂNICA EM EFLUENTES SIMULADOS DA INDÚSTRIA DE LATICÍNIOS	
Micheli Tutumi de Araujo Alexandre Saron	
DOI 10.22533/at.ed.94219091017	
CAPÍTULO 18	218
ANÁLISE DE VIABILIDADE TÉCNICA DO USO DE ÁGUA RESIDUÁRIA COMO ÁGUA DE AMASSAMENTO PARA CONCRETO	
André Schramm Brandão Ênio Pontes de Deus Antônio Eduardo Bezerra Cabral Wyoskynaria Mihaly Maia da Silva Francisco Altanízio Batista de Castro Júnior	
DOI 10.22533/at.ed.94219091018	

CAPÍTULO 19	231
APLICAÇÃO DO MÉTODO ESTATÍSTICO DCCR NA REMOÇÃO DE CORANTES EM EFLUENTE TÊXTIL POR PROCESSO DE ELETROCOAGULAÇÃO	
Fabíola Tomassoni Elisângela Edila Schneider Cristiane Lisboa Giroletti Maria Eliza Nagel-Hassemer Flávio Rubens Lapolli	
DOI 10.22533/at.ed.94219091019	
CAPÍTULO 20	244
DESAGUAMENTO E HIGIENIZAÇÃO DE LODO DE ESGOTO UTILIZANDO ESTUFA AGRÍCOLA SOBRE LEITOS DE SECAGEM	
Juliana Guasti Lozer Ricardo Franci Gonçalves Vinícius Mattos Fabris	
DOI 10.22533/at.ed.94219091020	
CAPÍTULO 21	254
DESENVOLVIMENTO DE APLICATIVO DE CADASTRAMENTO E CLASSIFICAÇÃO DE ÁREAS POTENCIALMENTE CONTAMINADAS PELA DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO	
Renato Ribeiro Siman Hugo de Oliveira Fagundes Larissa Pereira Miranda Luciana Harue Yamane	
DOI 10.22533/at.ed.94219091021	
CAPÍTULO 22	267
ENZIMAS LIGNINOLÍTICAS DE <i>Trametes sp.</i> NA REMEDIAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS GERADOS DURANTE TRATAMENTO DE EFLUENTE KRAFT EM LAGOAS AERADAS FACULTATIVAS	
Eliane Perreira Machado Gustavo Henrique Couto Aline Cristine Hermann Bonato Camila Peitz Claudia Regina Xavier	
DOI 10.22533/at.ed.94219091022	
CAPÍTULO 23	276
ESTUDO COMPARATIVO DA SECAGEM NATURAL DE LODOS DE ETEs SUBMETIDOS AO PROCESSO DE CENTRIFUGAÇÃO	
Sara Rachel Orsi Moretto Walmor Cardoso Godoi Sebastião Ribeiro Junior	
DOI 10.22533/at.ed.94219091023	

CAPÍTULO 24	287
ESTUDO DA AÇÃO DE CONSÓRCIOS MICROBIANOS NA REMEDIAÇÃO DE ÁGUAS CONTAMINADAS	
<p>Viviane Nascimento da Silva e Sá Fabiana Valéria da Fonseca Leila Yone Reznik Tito Lívio Moitinho Alves</p>	
DOI 10.22533/at.ed.94219091024	
CAPÍTULO 25	300
ESTUDO DO ACÚMULO DE NITRITO EM REATOR SEQUENCIAL EM BATELADA VISANDO A REMOÇÃO DE NITROGÊNIO PELA VIA CURTA	
<p>Ajadir Fazolo Alisson Luiz Boeing Kátia Valéria Marques Cardoso Prates Paulo Henrique Mazieiro Pohlmann Rafael Coelho Ciciliato Rafaella Oliveira Baracho</p>	
DOI 10.22533/at.ed.94219091025	
CAPÍTULO 26	311
GESTÃO DE MICROPOLUENTES EM BACIAS HIDROGRÁFICAS URBANAS: O CASO DO RIO BELÉM, CURITIBA, PARANÁ	
<p>Demian da Silveira Barcellos Harry Alberto Bollmann</p>	
DOI 10.22533/at.ed.94219091026	
CAPÍTULO 27	330
II-032 AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE REÚSO AGROPECUÁRIO DOS EFLUENTES DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO DA EMBASA, SITUADAS NO SEMIÁRIDO BAIANO	
<p>Evanildo Pereira de Lima Helder Guimarães Aragão</p>	
DOI 10.22533/at.ed.94219091027	
CAPÍTULO 28	339
IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA DE REÚSO URBANO NÃO POTÁVEL EM ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO	
<p>Juliana Guasti Lozer Victor Correia Faustini Cinthia Gabriela de Freitas Ribeiro Vieira Reis Nadja Lima Gorza Renata Maia das Flores</p>	
DOI 10.22533/at.ed.94219091028	
CAPÍTULO 29	351
O REÚSO DA ÁGUA DE EFLUENTE NO PÓLO PETROQUÍMICO DE CAPUAVA – SÃO PAULO	
<p>Sâmia Rafaela Maracaípe Lima Eduardo Ueslei de Souza Siqueira Layse de Oliveira Portéglio Mainara Generoso Faustino</p>	
DOI 10.22533/at.ed.94219091029	

CAPÍTULO 30	363
PRODUÇÃO DE BIOMASSA MICROALGAL EM EFLUENTE SUCROALCOOLEIRO CLARIFICADO POR COAGULAÇÃO ELETROQUÍMICA	
Mauricio Daniel Montaña Saavedra Viktor Oswaldo Cárdenas Concha Reinaldo Gaspar Bastos	
DOI 10.22533/at.ed.94219091030	
CAPÍTULO 31	379
USO DE ESGOTOS TRATADOS NO NORDESTE DO BRASIL: POTENCIAIS E DESAFIOS	
Rafaela Ribeiro de Oliveira Yldeney Silva Domingos Luara Musse de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.94219091031	
SOBRE O ORGANIZADOR	391
ÍNDICE REMISSIVO	392

APLICAÇÃO DE TETO JARDIM RESIDENCIAL NA REDUÇÃO DE ALAGAMENTO URBANO

Raquel da Silva Pinto

Universidade São Francisco – São Paulo

Camila de Fátima Lustosa

Universidade São Francisco – São Paulo

Gabriele Sabbadine

Universidade São Francisco – São Paulo

André Augusto Gutierrez Fernandes Beati

Universidade São Francisco – São Paulo

**Rafael Augusto Valentim da Cruz
Magdalena**

Universidade São Francisco – São Paulo

Luciane de Souza Oliveira Valentim

Universidade São Francisco – São Paulo

RESUMO: Em decorrência da urbanização desenfreada, impermeabilização do solo e sistema inadequado e/ou ineficiente de drenagem urbana os alagamentos tornaram-se comuns em meios urbanos causando prejuízos materiais, transtornos emocionais e doenças relacionadas à falta de saneamento básico. Na busca pela minimização deste tipo de ocorrência este trabalho apresenta a técnica de teto jardim como alternativa em prol da diminuição das vazões de águas pluviais em via urbana minimizando a ocorrência de alagamentos. Foi realizada a construção de dois módulos experimentais, um de teto jardim e outro de telhado tradicional, ambos com 9,881m², localizados em área não afetada por

alagamento para coleta de dados bem como foram realizados ensaios em laboratório com o solo utilizado para verificação do seu grau de absorção e de escoamento verificando sua eficiência no teto jardim. Através destes estudos, foi possível analisar o comportamento do teto jardim quando submetido a índices pluviométricos de fraca e média intensidade. Realizou-se a transferência dos dados reais obtidos através da comparação entre os dois módulos experimentais, juntamente com os ensaios em laboratório, a um estudo de caso dirigido em uma área de 39.420,50 m², onde 4.353,41 m² foram atingidos por alagamento no município de Bragança Paulista. Analisando a eficiência constatada no módulo experimental e aplicando ao estudo de caso, conclui-se que a eficiência do teto jardim na redução da vazão de águas pluviais na área de estudo seria de 37%, ou seja, o teto jardim mostra-se como uma alternativa simples para esta problemática se comparada a obras de drenagem urbana.

PALAVRAS-CHAVE: Teto Jardim, Alagamento, Água Pluvial, Urbano.

RESIDENCIAL GREEN ROOF APPLICATION TO REDUCE URBAN FLOODING

ABSTRACT: Due to massive urbanization, soil sealing and inadequate and/or inefficient

urban drainage system, flood has become common in urban areas, causing material damage, emotional disturbances and diseases related to poor sanitation. In the search for the minimization of this type of occurrence, this work presents the green roofing technique as an alternative in favor of the reduction of the urban water flow, minimizing the occurrence of flooding. Two experimental modules were built, one with green roof and one with traditional roof, both with 9,881m², located in an area not affected by flooding for data collection, as well as laboratory tests were performed with the soil used to verify its degree of absorption and flow, verifying its efficiency in the ceiling. Through these studies, it was possible to analyze the behavior of the green roof when subjected to low and medium intensity rainfall. In addition, the actual data obtained by comparing the two experimental modules, along with the laboratory tests, was carried out to a case study conducted in an area of 39,420.50m², where 4,353,41m² were reached by flooding in the county of Bragança Paulista. Analyzing the efficiency found in the experimental module and applying it to the case study, it can be concluded that the efficiency of the green roof in reducing the stormwater flow in the study area would be 37%, that is, the green roof is shown as an alternative to this problem that can be minimized through this practice considered simple compared to urban drainage works.

KEYWORDS: Green Roof, flooding, Stormwater, Urban.

1 | INTRODUÇÃO

As precipitações pluviométricas de grande intensidade ocorridas em áreas urbanas com impermeabilização irregular do solo auxiliam na ocorrência de alagamentos. Segundo informação do Atlas Brasileiro de Desastres Naturais (2013), entre 1991 a 2001 a média de ocorrências de alagamento era de 4,5 eventos/ano. De 2002 a 2012, essa média passou a ser de 42 eventos/ano. Tal aumento deve-se, possivelmente, aos sistemas de drenagem urbano ineficientes frente ao crescimento populacional.

A cada situação de alagamento pessoas são atingidas direta e/ou indiretamente. Diretamente por conta de perda de bens materiais e, em alguns casos, infelizmente, perda humana. Indiretamente devido à obstrução de ruas, tráfego lento, escolas fechadas, entre outros.

Em função desses acontecimentos faz-se necessária a aplicação de técnicas alternativas a fim de minimizar os impactos ambientais e, principalmente, sociais causados pelo alagamento. Espera-se que as técnicas alternativas sejam viáveis economicamente e que apresentem resultados rápidos. Desta forma a técnica de aplicação de teto jardim apresenta-se como uma solução.

O Teto Jardim é uma técnica que envolve a aplicação de uma cobertura composta por: vegetação; camada de solo, onde a água é retida e escorada; camada de drenagem; camada impermeabilizante, voltada à mitigação de infiltrações; e camada estrutural sobre a residência, substituindo o telhado convencional.

Essa técnica busca minimizar os efeitos da urbanização antes que a água atinja

a rede de drenagem.

Com isso, este trabalho tem por objetivo verificar a viabilidade de implantação do teto jardim, analisando o desempenho da técnica, contribuindo para a minimização de alagamento.

2 | METODOLOGIA

Com base nas notícias divulgadas pelos jornais do município de Bragança Paulista foram identificadas e analisadas as áreas com registro de alagamento.

Após esta análise e confirmação da necessidade de se intervir na problemática de alagamento no município, passamos a realizar pesquisas bibliográficas recentes e antigas no que diz respeito à instalação de teto jardim, bem como seus benefícios.

Para analisar efetivamente a contribuição do teto jardim em prol da mitigação de alagamentos, realizamos a construção de dois módulos experimentais: um módulo de teto jardim e um módulo de telhado tradicional. Estes módulos foram aplicados em uma residência desabitada.

Com os módulos montados e prontos para análise, iniciamos a coleta de dados após cada precipitação pluviométrica. Esta coleta de dados se estendeu por cinco meses.

Como os módulos experimentais não foram aplicados em área de alagamento realizamos um estudo de caso migrando as informações obtidas dos módulos para uma área de alagamento realizando adequações para chegarmos à situação mais real possível.

3 | APLICAÇÃO DOS MÓDULOS EXPERIMENTAIS

Para obtenção de dados, aplicamos como metodologia de pesquisa a instalação de dois dispositivos experimentais de controle de águas pluviais no telhado de uma residência não habitada com ângulo de 28°, utilizando dois cômodos com uma área de 9.881m² (Figura 1).



Figura 1: Módulos experimentais

Destacamos a aplicação do teto jardim em um telhado de 28° a fim de demonstrar sua eficiência em telhados de residências populares já construídas onde, em geral, a angulação do telhado se imita 28°, sem a necessidade de reforma para receberem a cobertura vegetal.

Esta residência está localizada no bairro Boa Vista dos Silva, coordenadas 23°00'00.8"S 46°29'17.1"W, área rural do município de Bragança Paulista.

Nos dois módulos foram instaladas calhas que levavam a água precipitada até uma caixa d'água instalada logo abaixo dos módulos.

Um pluviômetro manual também foi instalado no local a fim de verificarmos o índice pluviométrico após cada precipitação.

4 | RESULTADOS

Para constatar a eficiência do teto jardim comparado com um teto tradicional, foram realizadas medições de vazão manuais após cada precipitação pluviométrica contabilizando sua duração, intensidade e situação do teto jardim: seco ou molhado.

Ao final de cada precipitação mediamos o volume armazenado nas caixas d'água do teto jardim e do teto tradicional, bem como o volume contabilizado no pluviômetro manual.

Após cada precipitação pluviométrica, os dados eram inseridos na planilha de coleta de dados para comparações conforme Tabela 1.

Data	Índice pluviométrico (L)	Tempo de precipitação (h)	Intensidade	Situação do teto jardim	Vazão telhado tradicional (L)	Vazão teto jardim (L)	Acumulado teto jardim (L)
25/03/2016	108,69	00:20	Média	Molhado	90	58	50,69
18/05/2016	153,15	00:31	Média	Seco	110	88	65,15
31/05/2016	39,52	07:00	Fraca	Seco	26	23	16,52

01/06/2016	24,7	10:00	Fraca	Molhado	18	8	16,7
03/06/2016	138,33	10:00	Média	Molhado	123	114	24,33
04/06/2016	163,03	01:00	Média	Molhado	148	128	35,03
31/08/2016	148,21	07:45	Fraca	Seco	124	102	46,21
Média	110,8	05:13	Média	Molhado	91,28	74,42	36,37

Tabela 1: Coleta de dados após cada precipitação pluviométrica

É possível verificar a eficiência do teto jardim quando comparado ao índice pluviométrico da vazão obtida no telhado tradicional, conforme Gráfico 1.

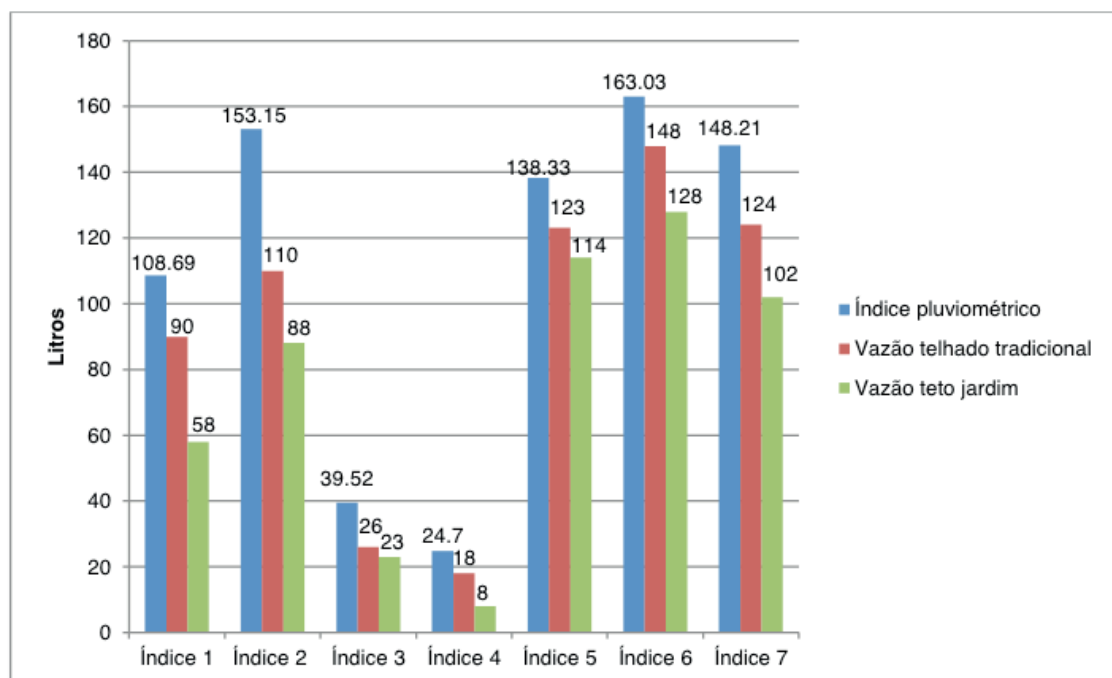


Gráfico 1: Dados obtidos após cada índice pluviométrico

Com isso, é possível comprovar a eficiência de retenção de água do teto jardim. Em todas as coletas de dados ele atendeu às expectativas de minimização do volume de água escoada, ou seja, se o mesmo estivesse instalado em área urbana, o volume de água que seria direcionado para via pública ou para drenagem de água pluvial seria minimizado significativamente.

Em porcentagem, pode-se dizer que, neste estudo, o teto jardim reteve a média de 37% da água pluvial que nele se depositou, e sua vazão foi 15% menor se comparado ao telhado tradicional.

Foi possível verificar uma diferença de absorção entre o teto jardim seco e o teto jardim molhado. Utilizando os valores obtidos em 18/05/2016 e 04/06/2016, onde os índices pluviométricos foram correlativos, é possível perceber essa diferença conforme Tabela 2.

Data	Índice pluviométrico (L)	Situação do Telhado	Intensidade da chuva	Vazão teto tradicional	Vazão teto jardim	Retenção teto jardim
18/05/2016	153,16	seco	média	71%	57%	42%
04/06/2016	163,04	molhado	média	90%	78%	21%

Tabela 2: Comparação teto jardim seco e teto jardim molhado

Nestes dois casos, evidencia-se a eficiência de absorção quando o teto jardim está seco e quando ele está molhado.

Com isso realizamos ensaio de escoamento no solo utilizado para verificar sua eficiência quanto ao tempo de escoamento de água.

5 | ENSAIO DE ESCOAMENTO

Para aplicação do teto jardim utilizamos solo composto retirados de uma mata. Junto ao solo tinham: raízes, folhas e galhos que se degradaram junto ao solo. Foram ainda acrescentando esterco de cavalo.

O ensaio de escoamento foi realizado expondo o solo utilizado a duas secagens forçadas: uma secagem a uma temperatura de 120°C a fim de verificar sua eficiência quando exposto ao extremo e uma secagem a 30°C que é a média de temperatura máxima existente no município na estação verão.

Com isso obtivemos 3 amostrar de solo para analisar: Coluna 1: solo in natura; Coluna 2: solo com secagem forçada a 30°C; Coluna 3: solo com secagem forçada a 120°C.

Este ensaio foi realizado em dois dias com a finalidade de verificar a eficiência do solo simulando dias seguidos de precipitação pluviométrica.

No primeiro dia submetemos as amostras em dois ensaios. Os resultados obtidos no primeiro ensaio do primeiro dia podem ser apreciados no Gráfico 2.

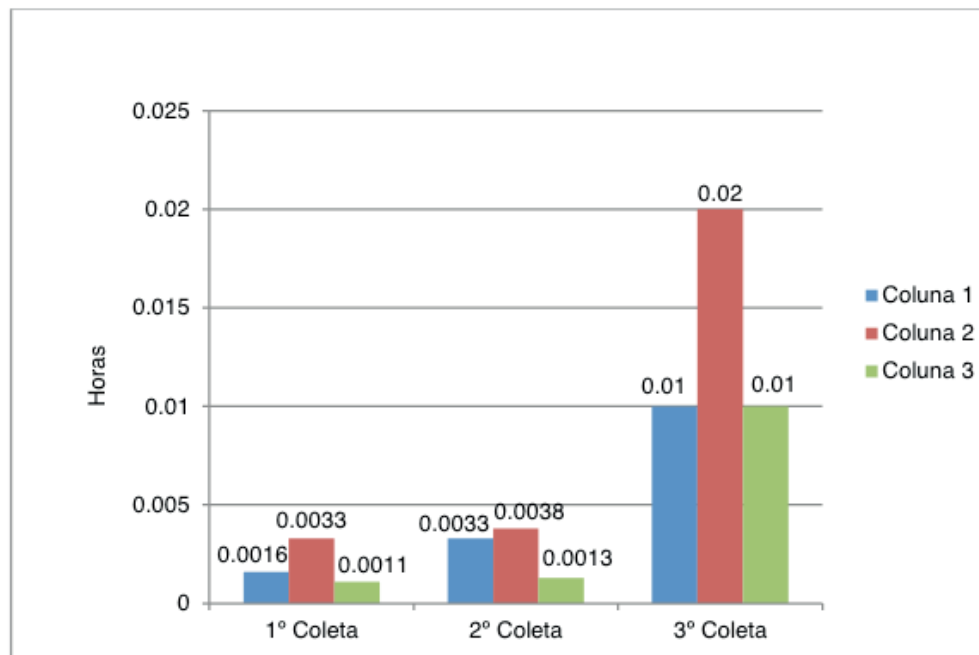


Gráfico 2: Resultado do ensaio de tempo de escoamento 1

Observando o comportamento do solo da coluna 1, sem passar por secagem forçada, percebemos que a absorção da água foi lenta. É possível, entretanto, verificar através do gráfico que seu escoamento foi rápido na primeira coleta de água sem compactação do solo. Já na segunda coleta de água, o escoamento ficou lento, o que nos faz entender que isso se deu devido ao empacotamento do solo existente após a primeira coleta de água.

No solo da coluna 2, com secagem forçada em 30°C por 24 h, a absorção foi mais rápida comparada ao solo da coluna 1, e seu escoamento um pouco mais lento principalmente na coleta dos últimos 30 mL.

O solo depositado na coluna 3, com secagem forçada a 120°C por 3 h, reagiu com uma absorção instantânea e com escoamento mais rápido que as demais colunas.

No segundo ensaio do primeiro dia observa-se que o solo das três colunas já estava mais compactado e, conseqüentemente, com um maior volume de água absorvido. Sendo assim, o resultado foi um pouco diferente do primeiro ensaio, conforme demonstrado no Gráfico 3.

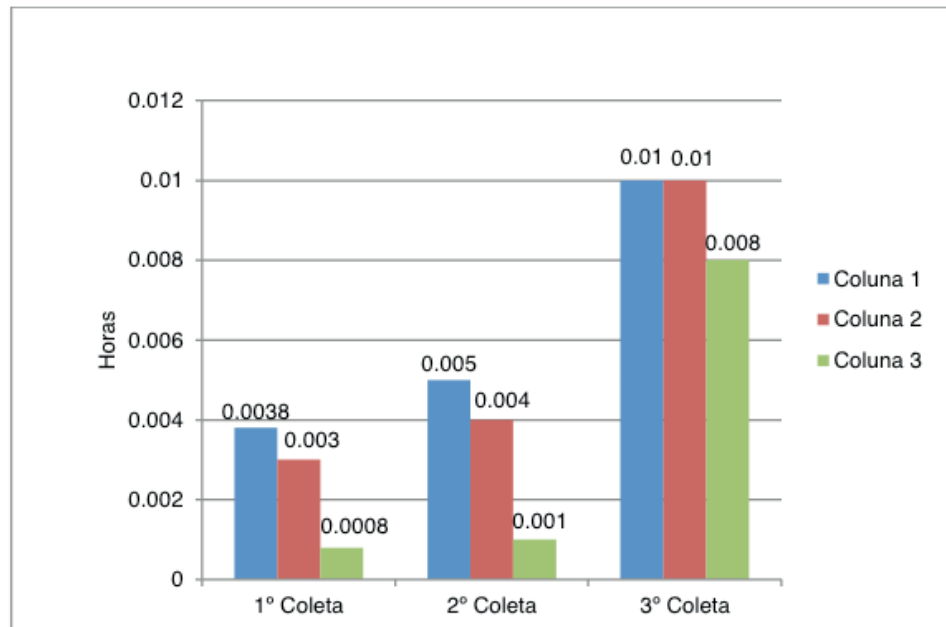


Gráfico 3: Resultado do ensaio de tempo de escoamento 2

Fica visível o aumento no tempo de escoamento ao compararmos com o tempo do escoamento 1, reforçando a hipótese de compactação do solo.

Após um descanso de 24h sem acrescentar água nas colunas realizamos mais um ensaio conforme Gráfico 4.

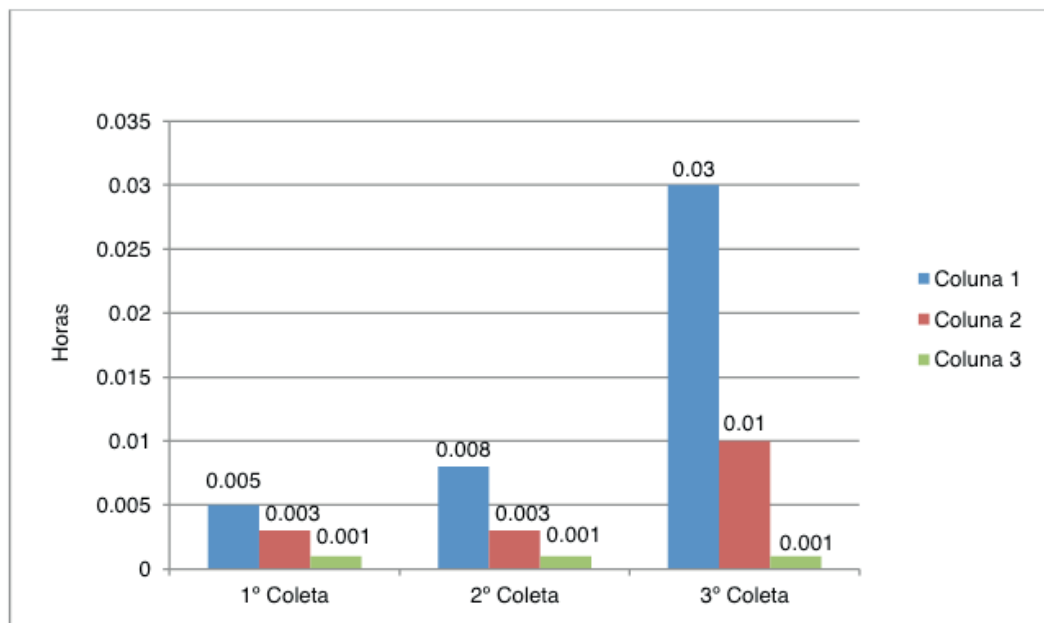


Gráfico 4: Resultado do ensaio de tempo de escoamento 3

Verificamos que após as 24 h de descanso o solo das colunas compactou. Com isso o escoamento da coluna 1 foi mais lento do que os demais, ao contrário dos primeiros testes. Já o solo da coluna 2 teve um escoamento mais rápido, diferente do resultado do primeiro teste. Tal variação demonstra a influência da compactação do solo no escoamento.

Comparando os 3 testes realizados, é possível afirmar que a coluna 1, com solo sem secagem forçada, comportou-se de forma a escoar rapidamente a água nele depositado, o que nos leva a afirmar que o solo utilizado na implantação de um teto jardim deverá ser acomodado úmido, sem estar muito seco.

Após os ensaios de escoamento realizamos o estudo de caso.

6 | ESTUDO DE CASO

Como não foi possível realizar a implantação do módulo experimental na área de alagamento migramos os valores encontrados para a área em estudo.

A área escolhida está localizada no bairro Jardim Águas Claras, coordenadas 22°55'20.5"S 46°31'38.0"W localizada a 28,4 km do local onde fora confeccionado o modelo experimental.

As residências do bairro Jardim Águas Claras, mais precisamente as localizadas na Avenida João Alberto Anhert, possuem telhado de, aproximadamente, 70 m². Os terrenos, por sua vez, possuem, em média, 120 m².

Para realizarmos comparações de dados, utilizamos a notícia publicada em 30 de dezembro de 2015, no site da Prefeitura de Bragança Paulista: “Na terça, em um período de 24 h, foi registrado um volume de 98 milímetros de chuva, através de um dos pluviômetros existentes no município”. Esta informação refere-se ao dia 23 de dezembro de 2015, terça-feira. Nesta data, o Jardim Águas Claras foi atingido por alagamento, conforme a notícia: “Já no bairro Jardim Águas Claras, a equipe foi acionada, pois algumas casas haviam sido alagadas”.

Sabe-se que o alagamento nesta área ocorreu após pouco mais de 30 min de precipitação pluviométrica de alta intensidade, com um índice pluviométrico de 40 mm, aproximadamente, atingindo nove residências distribuídas em uma área de 4.353,41 m².

O alagamento em questão fez com que o nível da água no interior das residências atingidas ascendesse, aproximadamente, 90 cm de altura.

Para cálculo de vazão, iremos utilizar não apenas a área alagada, mas a área com declive, auxiliando o escoamento da água pluvial para a área alagada, o que representa 39.420,50 m², conforme representado na Figura 2, o que representa um índice pluviométrico de 1.576.820 L.

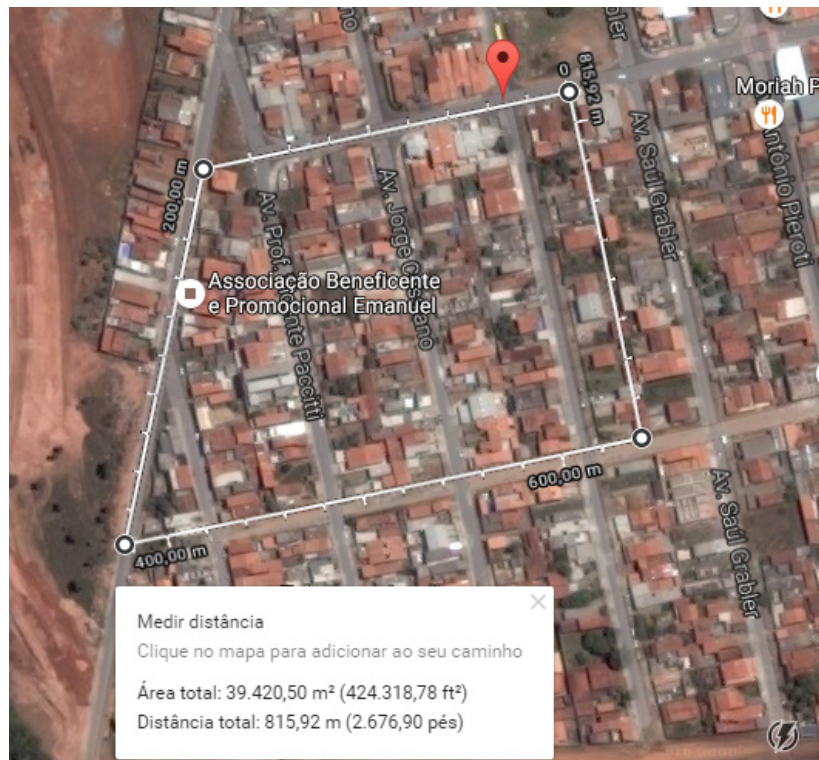


Figura 2: Área utilizada para cálculos

Uma residência padrão no bairro estudado possui, aproximadamente, 12 m de largura, 25 m de comprimento e 2,8 m de altura. Como o alagamento foi de 90 cm, utilizaremos para cálculo a altura de 0,9 m.

Pressupõe-se que para alagar uma residência são necessários 270.000 L de água. Convertendo para as 9 casas alagadas, temos 2.430.000 L de água.

Considerando que o módulo experimental do teto jardim possui 9,881 m², são necessários 7 módulos experimentais para equivaler ao telhado de uma casa padrão. Com isso, se um módulo do teto jardim retém 36,37 L de água, um teto jardim de 70 m² irá reter 252 L.

Sendo assim, se a área considerada possui 39.420,50 m², obtemos um total de 328 residências construídas nesta área.

Foram realizados dois cálculos: um representando apenas a área alagada e outro representando a área total de estudo.

Para calcularmos a área alagada com 36 residências que possuem um telhado de 70 m², obtêm-se uma área total equivalente de telhado de 2.520 m². Com isso, a área de terreno, sem telhado, será de 1.833,41 m².

Como o índice pluviométrico foi de 40 mm, em 30 min, consideramos 100,800 L de precipitação pluviométrica apenas na área de telhado. Utilizando o mesmo índice pluviométrico, teremos, na área do terreno, uma precipitação pluviométrica de 73.336,4 L.

Conforme mencionado a média, em porcentagem, de retenção no teto jardim é de 37%; com isso, se todas as residências localizadas na área de alagamento do estudo implantassem tetos jardins, os mesmos reteriam 38.304 L na data em estudo.

Considerando essa retenção, seria obtido um escoamento de 62.496 L.

A partir desses resultados, consideramos que a vazão total foi de 135.832,4 L. Considerando o escoamento no telhado, dividido pela área alagada, obtemos valor de 31,2 cm.

Ou seja, de um alagamento de 90 cm de altura, a utilização do teto jardim em todas as residências localizadas na área total iria reduzir 34,6% desse volume.

Já para cálculo da área total com 328 residências obtêm-se uma área total equivalente de telhado de 22.960 m². Com isso, a área de terreno, sem telhado, será de 39.397.540 m².

Como o índice pluviométrico foi de 40 mm, consideramos 1.575.901.600 L de precipitação pluviométrica apenas na área de terreno. Utilizando o mesmo índice pluviométrico, teremos, na área do telhado, uma precipitação pluviométrica de 918.400 L.

Conforme mencionado a média em porcentagem de retenção no teto jardim é de 37%; com isso, se todas as residências localizadas na área total do estudo implantassem tetos jardins os mesmos reteriam 348.992L na data em estudo. Considerando essa retenção, seria obtido um escoamento de 569.408L.

A partir desses resultados, consideramos que a vazão total, desconsiderando a retenção no telhado, foi de 1.576.471.008 L. Acumulou-se, portanto, na área alagada o equivalente a 362.123 L.

Apartir desses resultados, consideramos que a vazão total foi de 1.576.471.008L, considerando o escoamento no telhado, dividido pela área alagada, obtendo-se o valor de 40 cm.

Ou seja, de um alagamento de 90 cm de altura, a utilização do teto jardim em todas as residências localizadas na área total iria reduzir 44,45% desse volume.

7 | CONCLUSÕES

Ao verificarmos os efeitos causados por alagamento, suas consequências ambientais, sociais e econômicas, entendemos a necessidade de buscar uma proposta no mínimo mitigadora para a situação. Analisando as possibilidades, identificamos que o teto jardim poderia auxiliar nesta situação.

Tendo definido a proposta de solução, iniciou-se a construção de módulos experimentais. Nesta etapa, concluímos que a montagem de um teto jardim não é tão complexa a ponto de não ser viável devido à mão de obra.

As coletas de dados pluviométricos ocorreram em duas estações do ano: primavera e inverno. Durante a primavera, de 1 de março até 31 de maio, os índices pluviométricos foram considerados normais quando comparados aos outros anos. No mês de junho, entretanto, no qual se predomina o inverno, o índice foi superior aos registrados desde 2010, ficando próximo apenas dos registros de 2012. Mesmo com

este alto índice, não ocorreram problemas na estrutura dos módulos experimentais, principalmente no teto jardim, apenas na questão do extravasamento dos coletores de água, conforme descrito anteriormente.

Mesmo analisando o comportamento do módulo experimental e os resultados obtidos no local aplicado, foi realizado ensaio em laboratório a fim de verificar a eficiência do solo utilizado no teto jardim. Ambas as análises comprovaram que o solo utilizado, compostado com esterco de cavalo, comportou-se como esperado: solo leve com nutrientes capazes de suprir a necessidade das plantas, com absorção relativamente alta com escoamento rápido. O ensaio em laboratório contribuiu para obter credibilidade na escolha no solo.

Transferindo os dados obtidos para o local do estudo de caso, verificamos a eficiência do teto jardim em uma situação de alagamento com índice pluviométrico de alta intensidade. Os resultados obtidos com a análise reforçaram o trabalho realizado, mostrando a necessidade de intervenção na situação de alagamento, bem como sendo o teto jardim uma proposta eficaz e sustentável por amenizar os efeitos causados pela urbanização, podendo contribuir com áreas verdes, além de amenizar a problemática da impermeabilização do solo.

O teto jardim é uma proposta sustentável voltada à mitigação dos efeitos causados pela urbanização, podendo contribuir com áreas verdes e minimizar áreas urbanas impermeáveis.

REFERÊNCIAS

ARCHDAILY - Site de arquitetura. Clássicos da Arquitetura: VilleRadieuse / Le Corbusier. Disponível em: <http://www.archdaily.com.br/br/787030/classicos-da-arquitetura-ville-radieuse-le-corbusier>. Acesso em 17 jun. 2016

CANHOLI, Aluísio Pardo. Drenagem Urbana e Controle de Enchentes. São Paulo – SP, 2005.

CASTRO, Andréa Souza; GOLDENFUM, Joel Avruch. Uso de telhados verdes no controle qualitativo do escoamento superficial urbano. 2008. 6 f. Tese (Doutorado) - Curso de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (iph/ufrgs), Rio Grande do Sul, 2008. Disponível em: <<https://ecotelhado.com/wp-content/uploads/2015/03/ESCOAMENTO-SUPERFICIAL-URBANO.pdf>>. Acesso em: 05 set. 2016.

CENTRO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ENGENHARIA E DEFESA CIVIL (Florianópolis) (Org.). Atlas Brasileiro de desastres Naturais 1991 a 2012. 2. ed. Florianópolis: Volume Brasil, 2013. 126 p. Disponível em: <http://150.162.127.14:8080/atlas/Brasil_Rev2.pdf>. Acesso em: 02 mar. 2016.

MINKE, Gernot. Techos Verdes: planificación, ejecución, consejosprácticos. 2. ed.. Colombia: Merlin, 2010. 87 p.

OCORRÊNCIAS NO PERÍODO DE CHUVA. Bragança Paulista, 30 dez. 2016. Disponível em: <<http://braganca.sp.gov.br/v2/nota-oficial-ocorrencias-no-periodo-de-chuvas/>>. Acesso em: 25 set. 2016.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Ação antrópica 131, 139, 161, 165
Acompanhamento 1, 2, 3, 6, 14, 15, 70, 133, 291, 294, 295, 335, 391
Adensamento por gravidade 92, 93, 94, 95, 99, 100, 103, 104
Água clarificada 92, 93, 94, 96, 97, 99, 100, 102, 103, 127, 128, 129, 182
Água pluvial 168, 172, 176, 247
Água salina 118, 119
Águas subterrâneas 50, 74, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 140, 386, 390
Água subterrânea 37, 383, 384, 390
Alagamento 168, 169, 170, 176, 177, 178, 179
Análise ambiental 141
Análise envoltória de dados 194, 196

B

Belém do Pará 29, 30, 31
Benchmarking métrico 194, 196
Blumenau 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167

C

Carbono orgânico total 92, 93, 94, 95, 97, 98, 100, 102, 365, 369, 370, 372, 373, 375
Coagulação 94, 98, 118, 119, 120, 121, 123, 127, 128, 129, 239, 363, 366, 369, 371, 372
Coliformes 74, 75, 77, 78, 80, 81, 82, 83, 84, 90, 131, 135, 136, 138, 139, 246, 252, 288
Contaminação 55, 74, 75, 76, 81, 83, 84, 87, 89, 111, 232, 333, 334, 359
Crise hídrica 51, 52, 53, 54, 58, 59, 60

D

Desaguamento por centrifugação 92, 93, 94, 96, 100, 101, 102, 103, 104
Disponibilidade hídrica subterrânea 37, 39, 46, 48

E

Eficiência de operadoras 194
Enchentes 141, 146, 147, 150, 151, 152, 156, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 179

F

Floculação 94, 118, 119, 120, 121, 123, 125, 127, 128, 129

G

Geopolímero 180, 181, 183, 192

Geoprocessamento 141, 143, 153, 259, 261, 266, 330, 331

Gestão da demanda 51, 52, 56

Gestão da oferta 51, 52, 55, 56

J

Jica 156, 163, 164, 165, 167

L

Lodo de ETA 180, 192, 193

M

Microfiltração 118, 120, 122, 127, 128, 129

O

Obras de saneamento 25, 29

Osmose inversa 105, 106, 107, 108, 109, 110, 113, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 122, 123, 127, 128, 129

P

Parcerias público-privadas 61, 62, 65, 71, 72, 73

Parque Lagoas do Norte 131, 132, 134

Planejamento 1, 2, 3, 4, 5, 6, 12, 15, 17, 19, 20, 22, 23, 24, 26, 27, 30, 52, 53, 64, 73, 117, 133, 141, 143, 152, 154, 166, 167, 195, 236, 241, 256, 302, 303, 305, 310, 355, 356, 361, 391

Planejamento regional 141, 356

Plano municipal de saneamento básico 1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 12, 13, 14, 17, 19, 20, 21, 27, 140

Potencial hídrico subterrâneo 37

PPP 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72

Projeção populacional 29, 30, 31, 33, 36

Projetos de saneamento 29, 31, 36

Q

Qualidade da água 76, 91, 103, 106, 118, 119, 120, 131, 133, 134, 135, 139, 140, 216, 264, 320, 327, 330, 335, 346, 349, 353, 355, 382, 383, 384, 387

R

Recursos hídricos 18, 20, 21, 25, 28, 37, 38, 41, 42, 49, 50, 51, 52, 54, 55, 56, 75, 106, 131, 132, 140, 141, 142, 152, 153, 162, 166, 167, 179, 181, 208, 218, 229, 254, 325, 327, 329, 330,

339, 340, 341, 350, 353, 355, 360, 361, 379, 382, 384, 385, 388, 389

Regulação 10, 19, 20, 22, 51, 59, 60, 63, 70, 72, 202, 313

Reserva ativa 37

Resíduos de ETA 92

Reúso 105, 106, 108, 111, 112, 116, 117, 218, 219, 220, 228, 229, 230, 330, 331, 332, 333, 334, 335, 336, 337, 338, 339, 340, 341, 342, 343, 344, 346, 347, 348, 349, 350, 351, 352, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 379, 380, 381, 382, 383, 384, 385, 386, 387, 388, 389

Revisão 1, 2, 3, 5, 6, 10, 11, 12, 15, 27, 52, 54, 59, 60, 156, 162, 208, 311, 314, 362

S

Saneamento 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 35, 36, 37, 38, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 59, 60, 61, 62, 63, 65, 69, 70, 71, 72, 131, 133, 135, 140, 168, 179, 198, 208, 218, 221, 244, 311, 313, 314, 318, 321, 322, 323, 328, 330, 339, 340, 341, 350, 351, 358, 380

T

Teto jardim 168, 169, 170, 171, 172, 173, 176, 177, 178, 179

Torre de resfriamento 105, 108, 111, 112, 113

U

Ultrafiltração 105, 109, 110, 113, 114, 116, 120, 359

Urbano 76, 134, 143, 158, 160, 165, 166, 167, 168, 169, 179, 181, 339, 341, 350, 351, 353, 356, 381, 391

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-694-2



9 788572 476942