

Engenharia Sanitária e Ambiental: Tecnologias para a Sustentabilidade 3

**Alan Mario Zuffo
(Organizador)**



Atena
Editora

Ano 2019

Alan Mario Zuffo

(Organizador)

Engenharia Sanitária e Ambiental: Tecnologias para a Sustentabilidade 3

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Lorena Prestes e Karine de Lima

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
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
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
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
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. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

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

E57 Engenharia sanitária e ambiental [recurso eletrônico]: tecnologias para a sustentabilidade 3 / Organizador Alan Mario Zuffo. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Engenharia Sanitária e Ambiental; v. 3)

Formato: PDF

Requisitos do sistema: Adobe Acrobat Reader.

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-251-7

DOI 10.22533/at.ed.517191104

1. Engenharia ambiental. 2. Engenharia sanitária.
3. Sustentabilidade. I. Zuffo, Alan Mario.

CDD 628

Elaborado por Maurício Amormino Júnior | CRB6/2422

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

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.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “*Engenharia Sanitária e Ambiental Tecnologias para a Sustentabilidade*” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora, em seu III volume, apresenta, em seus 22 capítulos, os conhecimentos tecnológicos da engenharia sanitária e ambiental.

As Ciências estão globalizadas, englobam, atualmente, diversos campos em termos de pesquisas tecnológicas. Com o crescimento populacional e a demanda por alimentos tem contribuído para o aumento da poluição, por meio de problemas como assoreamento, drenagem, erosão e, a contaminação das águas pelos defensivos agrícolas. Tais fatos, podem ser minimizados por meio de estudos e tecnologias que visem acompanhar as alterações do meio ambiente pela ação antrópica. Portanto, para garantir a sustentabilidade do planeta é imprescindível o cuidado com o meio ambiente.

Este volume dedicado à diversas áreas de conhecimento trazem artigos alinhados com a Engenharia Sanitária e Ambiental Tecnologias para a Sustentabilidade. A sustentabilidade do planeta é possível devido o aprimoramento constante, com base em novos conhecimentos científicos.

Aos autores dos diversos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos, os agradecimentos do Organizador e da Atena Editora.

Por fim, esperamos que este livro possa colaborar e instigar mais estudantes e pesquisadores na constante busca de novas tecnologias para a Engenharia Sanitária e Ambiental, assim, garantir perspectivas de solução de problemas de poluição dos solos, rios, entre outros e, assim garantir para as atuais e futuras gerações a sustentabilidade.

Alan Mario Zuffo

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS GERADOS NA CIDADE DE DONA INÊS – PARAÍBA	
Narcísio Cabral de Araújo Roseane Carneiro de Oliveira Abílio José Procópio Queiroz Paulo Célio Ramos Soares Jefferson Pereira de Andrade	
DOI 10.22533/at.ed.5171911041	
CAPÍTULO 2	11
CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE EFLUENTES INDUSTRIAIS COM PÓS-TRATAMENTO ATRAVÉS DE PROCESSOS ELETROLÍTICOS: NATEX (XAPURI, ACRE)	
Emerson Silva de Almeida Julio Cesar Pinho Mattos	
DOI 10.22533/at.ed.5171911042	
CAPÍTULO 3	21
COLETA DE PRESSÃO - UM ESTUDO PARA TORNAR EFICIENTE O ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM UMA REALIDADE DE DEMANDA REPRIMIDA EM REGIÃO DE GRANDE PERÍODO DE ESTIAGEM	
Uilma Santos Pesqueira Javan Oliveira de Almeida	
DOI 10.22533/at.ed.5171911043	
CAPÍTULO 4	36
COMPARATIVO ENTRE TENSOATIVOS ORGÂNICOS E INORGÂNICOS EM PROCESSO DE FLOTAÇÃO POR AR DISSOLVIDO UTILIZANDO EFLUENTE DE LAGOA DE ALTA TAXA PARA CULTIVO DE MICROALGAS (LAT) ALIMENTADA COM EFLUENTE SANITÁRIO	
José Carlos Alves Barroso Júnior Nestor Leonel Muñoz Hoyos Luiz Olinto Monteggia Eddie Francisco Gómez Barrantes Gabrielli Harumi Yamashita	
DOI 10.22533/at.ed.5171911044	
CAPÍTULO 5	50
CONHECIMENTO DA POPULAÇÃO DE JATAÍ-GO SOBRE GUARDA RESPONSÁVEL, ZONOSSES E CONTROLE POPULACIONAL DE CÃES E GATOS	
Rayanne Borges Vieira Marcelo Figueiredo dos Santos Patrícia Rosa de Assis Ana Paula de Souza Martins Andréia Vitor Couto do Amaral	
DOI 10.22533/at.ed.5171911045	
CAPÍTULO 6	55
DETERMINAÇÃO DA CURVA DE INTENSIDADE, DURAÇÃO E FREQUÊNCIA DO MUNICÍPIO DE SANTO ESTEVÃO - BA	
Paulo Vitor Santa Rosa	
DOI 10.22533/at.ed.5171911046	

CAPÍTULO 7 63

DETERMINAÇÃO DA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO APLICADO AO MONITORAMENTO DA LAGOA MIRIM E ATUAÇÃO DA ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA

Gabriel Borges dos Santos
Marlon Heitor Kunst Valentini
Larissa Aldrighi da Silva
Marcos Antonio da Silva
Marília Guidotti Corrêa
Francine Vicentini Viana
Vitor Alves Lourenço
Willian César Nadaleti
Bruno Müller Vieira

DOI 10.22533/at.ed.5171911047

CAPÍTULO 8 71

DIAGNÓSTICO DA GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO MUNICÍPIO DE SENHOR DO BONFIM/BA

Fernando Augusto Kursancew
Diamile Patricia Lucena da Silva
Geisa Luiza Macedo Silva

DOI 10.22533/at.ed.5171911048

CAPÍTULO 9 80

DIAGNÓSTICO DOS IMPACTOS PROVENIENTES DE AÇÕES ANTRÓPICAS NO MORRO DO URUBU, ARACAJU-SERGIPE

Carolina Cristina da Silva Ribeiro
Allana Karla Costa Alves
Paulo Sérgio de Rezende Nascimento

DOI 10.22533/at.ed.5171911049

CAPÍTULO 10 88

ECOFICIÊNCIA NA MUDANÇA DOS PADRÕES DE CONSUMO DE ÁGUA: ESTUDO DE CASO DO MUNICÍPIO DE PELOTAS/RS

Samanta Tolentino Ceconello
Luana Nunes Centeno
Diuliana Leandro
Andréa Souza Castro

DOI 10.22533/at.ed.51719110410

CAPÍTULO 11 99

EFEITO DA IRRIGAÇÃO COM EFLUENTE DE LAGOA DE ESTABILIZAÇÃO NOS PARÂMETROS QUÍMICOS DO SOLO

Pedro Henrique Máximo de Souza Carvalho
William Ralf Santos Costa
João Vitor Máximo de Souza Carvalho

DOI 10.22533/at.ed.51719110411

CAPÍTULO 12 107

EQUILÍBRIO ECONÔMICO-FINANCEIRO E UNIVERSALIZAÇÃO DOS SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO NO ESTADO DA BAHIA

Clério Ferreira de Sousa
Gervásio Ferreira dos Santos
Raymundo José Santos Garrido

DOI 10.22533/at.ed.51719110412

CAPÍTULO 13	123
ESPACIALIZAÇÃO DA POTENCIALIDADE EROSIVA POR ESTIMADOR KERNEL NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JAPARATUBA (SE)	
Paulo Sérgio de Rezende Nascimento Lizza Adrielle Nascimento Santos Glauber Vinicius Pinto de Barros	
DOI 10.22533/at.ed.51719110413	
CAPÍTULO 14	132
ESTUDO DA COMPOSIÇÃO, RIQUEZA E CONDIÇÃO DA FLORA ARBÓREA DA AVENIDA PRESIDENTE COSTA E SILVA (NOVA FRIBURGO – RJ)	
Tatiana Nicolau Gonçalves Marcello Fragoso Lima Ricardo Finotti	
DOI 10.22533/at.ed.51719110414	
CAPÍTULO 15	144
ESTUDO DA RELAÇÃO ENTRE OS ÍNDICES DE MORBIDADE E SERVIÇOS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO ENTRE 2013 A 2015, EM SANTARÉM-PA	
Alessandra de Sousa Silva Rebecca da Silva Fraia Soraia Valéria de Oliveira Coelho Lameirão	
DOI 10.22533/at.ed.51719110415	
CAPÍTULO 16	150
ESTUDO SOBRE IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS EM UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO	
Guilherme de Souza Barrucho Juliana Toledo Cota Giselle Martins Machado José Antônio Lins Pereira Andréia Boechat Delatorre Michaelle Cristina Barbosa Pinheiro Campos Ilana Pereira da Costa Cunha	
DOI 10.22533/at.ed.51719110416	
CAPÍTULO 17	160
IMPACTOS AMBIENTAIS DA CARCINICULTURA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JAPARATUBA NO MUNICÍPIO DE PIRAMBU-SE	
Paulo Sérgio de Rezende Nascimento Denilma dos Santos Oliveira Ivan Soares Freire Filho	
DOI 10.22533/at.ed.51719110417	
CAPÍTULO 18	168
IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS DO MONOCULTIVO DE EUCALIPTO NOS MUNICÍPIOS DE ITAPORANGA D’AJUDA, ESTÂNCIA E SALGADO (SE)	
Augusto Cruz Barreto Lucivaldo de Jesus Texeira Paulo Sérgio de Rezende Nascimento	
DOI 10.22533/at.ed.51719110418	

CAPÍTULO 19	177
IMPLANTAÇÃO DO RE-APROVEITAMENTO DE ÁGUA DAS CHUVAS EM PEQUENAS EDIFICAÇÕES COM PROPOSTA DE RE-USO EM CONJUNTOS HABITACIONAIS POPULARES	
Giuliano Mikael Tonelo Pincerato	
DOI 10.22533/at.ed.51719110419	
CAPÍTULO 20	188
INDUSTRIAL EFFLUENT TREATMENT FOR SCREEN PRINTING	
Allan Rios Bezerra	
Fernando Jorge Corrêa Magalhães Filho	
Priscila Sabioni Cavalheri	
DOI 10.22533/at.ed.51719110420	
CAPÍTULO 21	204
LOGÍSTICA REVERSA NO DESCARTE DE MEDICAMENTOS NAS FARMÁCIAS DO MUNICÍPIO DE POCINHOS-PB	
Jesielly Evane Miranda de Andrade	
Geralda Gilvania Cavalcante de Lima	
Andreia Araújo da Silva	
Carlos Antônio Pereira de Lima	
Neyliane Costa de Souza	
DOI 10.22533/at.ed.51719110421	
CAPÍTULO 22	221
MAPEAMENTO DAS ÁREAS FAVORÁVEIS À INFILTRAÇÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS PELA DENSIDADE DE LINEAMENTO ESTRUTURAL	
Paulo Sérgio de Rezende Nascimento	
DOI 10.22533/at.ed.51719110422	
SOBRE O ORGANIZADOR	231

ESTUDO SOBRE IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS EM UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO

Guilherme de Souza Barrucho

Faculdade Cenecista de Rio das Ostras (CNEC)
Rio das Ostras-RJ

Juliana Toledo Cota

Faculdade Cenecista de Rio das Ostras (CNEC)
Rio das Ostras-RJ

Giselle Martins Machado

Faculdade Cenecista de Rio das Ostras (CNEC)
Rio das Ostras-RJ

José Antônio Lins Pereira

Universidade Estácio de Sá (UNESA), Campus
Macaé
Macaé-RJ

Andréia Boechat Delatorre

Faculdade Cenecista de Rio das Ostras (CNEC)
Rio das Ostras-RJ

Michaelle Cristina Barbosa Pinheiro Campos

Faculdade Cenecista de Rio das Ostras (CNEC)
Rio das Ostras-RJ

Illana Pereira da Costa Cunha

Faculdade Cenecista de Rio das Ostras (CNEC)
Rio das Ostras-RJ

RESUMO: Atualmente, a escassez de água é o problema que mais ganha notoriedade devido à demanda do uso inconsciente. Uma vez que se deve manter a preocupação com as gerações atuais e futuras, mecanismos de uso e reuso da água devem ser adotados a fim de

reduzir a degradação ao meio ambiente. Uma das opções do ponto de vista sustentável é a captação das águas da chuva. Sendo assim, esse trabalho tem por objetivo por intuito realizar uma proposta de implantação de um sistema de captação e aproveitamento de água da chuva para fins não potáveis em uma Instituição de Ensino Superior (IES). Para tanto, foi realizado um estudo da análise pluviométrica da região, esses dados foram usados para dimensionar as cisternas de armazenamento. Com o intuito de entrever os usos finais da água, foi realizado um levantamento de dados com relação à população total da instituição, faturas de consumos da água e medições das vazões das bacias sanitárias. Os cálculos para dimensionamento dos volumes dos reservatórios apontaram um volume de 56 m³ como ideal para a cisterna e para o reservatório de descarte, 2 m³, ambos os volumes serão balanceados nos sistemas presentes nas extremidades da instituição. Além disso, o prédio já conta com calhas de seção retangular e 28 tubos de descidas para escoamento da água, minimizando assim os custos de implementação. Os dados mostraram ainda que existe uma diferença de 118 mm entre a precipitação do mês mais seco e mais chuvoso, sendo junho o mais seco com 41 mm e dezembro o mês com maior precipitação: uma média de 159 mm. Os estudos pluviométricos mostram que o volume de chuva anual da região

é satisfatório, tornando o projeto viável. No entanto, os meses compreendidos entre janeiro e fevereiro, são os meses cujo consumo de água são menores e a captação maior. Isso se deve ao período de férias acadêmicas/escolares. Sendo assim, o armazenamento é a forma mais viável de reaproveitamento da água e este deve atender aos requisitos estabelecidos pela NBR 15527, com os procedimentos adequados para que a água esteja própria para o reuso, essas podem ser armazenadas por até um ano, podendo ser utilizado em períodos de maior estiagem.

ABSTRACT: Currently, water scarcity is the problem that earns more notoriety due to the demand for unconscious use. Since concern about current and future generations should be maintained, water use and reuse mechanisms should be adopted to reduce degradation to the environment. One of the options from the sustainable point of view is the capture of rainwater. Therefore, the objective of this work is to carry out a proposal for the implementation of a system for capturing and utilizing rainwater for non-potable purposes in a Higher Education Institution (HEI). For that, a study of the pluviometric analysis of the region was carried out, these data were used to size the storage cisterns. In order to visualize the end uses of the water, a data collection was carried out in relation to the total population of the institution, bills of consumption of the water and measurements of the flows of the sanitary basins. The calculations for sizing of the volumes of the reservoirs indicated a volume of 56 m³ as ideal for the cistern and for the disposal tank, 2 m³, both volumes will be balanced in the systems present at the extremities of the institution. In addition, the building already has rectilinear section rails and 28 downflow pipes to drain the water, thus minimizing implementation costs. The data also showed that there is a difference of 118 mm between the driest and rainiest months, with June being the driest with 41 mm and December with the highest precipitation: an average of 159 mm. Rainfall studies show that the region's annual rainfall is satisfactory, making the project feasible. However, the months between January and February are the months whose water consumption is lower and the uptake is greater. This is due to the academic / scholastic vacation period. Therefore, storage is the most feasible form of reuse of water and it must meet the requirements established by NBR 15527, with adequate procedures to ensure that the water is suitable for reuse, these can be stored for up to one year and can be used in periods of greater drought.

1 | INTRODUÇÃO

O ambiente é o meio de onde a sociedade extrai os recursos essenciais à sobrevivência e os demandados pelo processo de desenvolvimento socioeconômico. Esses recursos geralmente são denominados naturais. Por outro lado, o ambiente é também um meio de vida, de cuja integridade depende da manutenção de funções ecológicas essenciais para sobrevivência.

Após a segunda Guerra Mundial, o aumento da exploração em busca do desenvolvimento industrial, tecnológico, econômico e demográfico, causou danos ao meio ambiente decorrente do consumo desordenado dos recursos ambientais,

principalmente, a água. Que hoje é uma das maiores preocupações mundiais, devido a possibilidade da escassez de água potável na natureza.

Sabe-se que a água é um dos recursos naturais essenciais e finito para sobrevivência e segundo Barbosa (2008), no desenvolvimento de qualquer sociedade, os recursos hídricos desempenham um papel fundamental, não só do ponto de vista econômico, mas também ambiental. Levando-se em consideração que o meio ambiente se torna cada vez mais degradado, a busca do desenvolvimento sustentável tem evoluído bastante no sentido de proteger e encontrar formas de poupar a exploração dos recursos naturais e essenciais.

A distribuição global de água no mundo evidencia a necessidade de políticas nacionais e internacionais de gerenciamento e controle de seu uso: 97,5% da água existente no mundo é salgada, e 2,5% doce, sendo que, destes 2,5%, apenas 0,3%, correspondente à água doce de rios e lagos, é renovável. O restante está nas calotas polares e glaciares, gelo e neve nas montanhas (69%). Por outro lado, a disponibilidade da água foi reduzida, por habitante, em 60% nos últimos 50 anos. Atualmente, 60 países já vivem em guerra pela água, afetando cerca de 232 milhões de pessoas, segundo dados da Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente.

A resposta para a preocupação com a demanda e a disponibilidade da água vem a partir de dados comprovados estatisticamente de que: os fatores mais evidentes, são a distribuição desigual e o mau uso. E ainda, segundo a Folha de São Paulo (2015), devido a rápida urbanização, principalmente em países em desenvolvimento, a demanda por água deve crescer 55% no mundo até 2050, segundo o Relatório Mundial das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos (DRH), 2015, da Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura (UNESCO).

O reaproveitamento ou reuso da água pode e deve ser implementado como uma alternativa a fim de assegurar a economia. O reuso, é o processo pelo qual a água, tratada ou não, é reutilizada para o mesmo ou outros fins menos nobres, tais como lavagem de vias e pátios industriais, irrigação de jardins e pomares, nas descargas dos banheiros etc. Essa reutilização pode ser direta ou indireta, decorrente de ações planejadas ou não.

Vale ressaltar que se deve considerar o reuso de água como parte de uma atividade mais abrangente que é o uso racional ou eficiente da água, o qual compreende também o controle de perdas e desperdícios, e a minimização da produção de efluentes e do consumo de água. A implementação do reuso direto planejado da água é uma alternativa viável. Esse tipo de reaproveitamento é um dos mais utilizados na indústria e na irrigação, ele ocorre quando os efluentes, depois de tratados, são encaminhados diretamente de seu ponto de descarga até o local do reuso, não sendo descarregados no meio ambiente (MINOWA *et al.*, 2007).

Sendo assim, diante da degradação dos recursos hídricos e aos problemas de escassez de água que se tornam mais graves a cada dia, o aproveitamento da água de chuva surge como alternativa simples e economicamente atrativa e aquisição e

provisão de água. Com isso, o presente trabalho tem por objetivo elaborar uma proposta para captação de água das chuvas por meio de calhas que foram direcionadas até um reservatório e a partir deste, abastecer o sistema hidráulico das bacias sanitárias de uma instituição de ensino de nível superior.

2 | METODOLOGIA E RESULTADOS

Para a verificação do potencial econômico de água potável foi proposto a implementação de um sistema de aproveitamento de águas pluviais para fins não potáveis. A Instituição usada no estudo de caso foi fundada em 2002, conta com cursos superiores de graduação, bem como ensino fundamental e médio, totalizando uma população de 1442 pessoas entre alunos, professores e demais funcionários.

Como as águas pluviais possuem qualidade de potabilidade inferior ao esperado, estas podem ser utilizadas para fins secundários, adotando os devidos cuidados de acordo com a sua empregabilidade. Conforme a coleta de dados realizada no estudo, atualmente, o lugar que detém maior consumo de água atualmente, são as bacias sanitárias de descarga acoplada, totalizando 27, distribuídas ao longo dos três andares da IE. A cada descarga dada, são liberados 6 litros de água, o que quando posto em termos quantitativos, retorna altos valores tendo em vista a população atual da IE. É desta forma que o estudo sugere que a aplicação das águas pluviais seja direcionada exclusivamente a estas. De acordo com a ABNT NBR 10844 de 1989, que diz respeito às Instalações Prediais de Águas pluviais e é fundamentação para fins de conclusão e de parâmetros de cálculos ao longo do estudo, pode-se adotar um percentual de 70% de utilização da água da IE destinada apenas a fins não potáveis. A análise dos gastos mensais de água da IE foi dada a partir do levantamento das contas de água do ano de 2016.

A partir das contas de água fornecidas pela IES, pôde ser feita uma análise do consumo mensal na instalação. Todavia, pôde ser visto que os valores apurados pela concessionária que realiza o abastecimento são extremamente discrepantes entre um mês e outro, tendo em vista o quantitativo de alunos que fazem uso dessas instalações, os dados levantados apontaram que o consumo total foi de 153 m³/ano. O consumo de água é um dos fatores principais e que sustenta o estudo de caso e a viabilidade econômica do projeto. O cálculo feito para chegar ao Volume apurado de água em m³/mês, foi dado a partir da leitura da diferença entre o mês atual e o mês anterior da fatura. De acordo com a verificação junto à concessionária, foi explicitado que a leitura de cada mês corresponde ao seu sucessor. Por exemplo: o consumo apurado em fevereiro, na verdade é o de janeiro e assim sucessivamente. Mesmo diante desta explicação, ainda assim há discrepância uma vez que as tendências dos gráficos devem ser variáveis de acordo com os meses de população da IE.

A fim de verificar a área viável de captação das águas pluviais, foi necessário

realizar a medição do telhado por completo. Desta forma, inicialmente foi necessário realizar a solicitação da planta de cortes e fechadas da IES. Com isso, foi possível com os valores de base (b) e altura (h) cotados na própria planta, foi possível a determinação da área (A) conforme a Equação (1).

$$\begin{aligned} A &= b \cdot h \\ A &= 20 \cdot 53,07 \\ A &= 1061,4 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

(Equação 1)

De acordo com a NBR 10844 (ABNT, 1989), a vazão de projeto corresponde à vazão de referência para a realização do dimensionamento dos condutores e calhas e pode ser explicitada segundo a Equação 2.

$$Q = \frac{I \cdot A}{60}$$

(Equação 2)

De acordo com a análise realizada na IE, o dimensionamento dos condutores verticais e horizontais já foi realizado. Todavia, para fins de verificação e estudo detalhado do projeto, foi efetuada uma sucessão de cálculos até a chegada da implementação do sistema. Para realização do cálculo de vazão do projeto (Q), é necessária a determinação da intensidade pluviométrica (I) da região. Como a cidade em estudo não consta na Coletânea das Equações de Chuva do Brasil e tampouco na NBR 10844, foi adotada como referência, a cidade mais próxima, nesse caso Macaé. Segundo Festi ([n.d]), a intensidade máxima pontual é determinada através das relações de intensidade, duração e frequência (IDF) das chuvas. Estas relações são obtidas através de uma série de dados de chuvas intensas, longas e representativas do local de projeto.

$$i_{\max} = \frac{444,258 \cdot T_R^{0,263}}{(t+6,266)^{0,655}} \text{ (mm/hora)}$$

(Equação 3)

Logo,

$$i_{\max} = \frac{444,258 \cdot 5^{0,263}}{(5+6,266)^{0,655}} = 138,84 \text{ mm/h} = 0,139 \text{ m/h}$$

O valor de Tr é proveniente dos resultados dados pelo DNIT (2005), que se vale das instruções do Manual de Hidrologia Básica de 2005. Uma vez determinada a Intensidade pluviométrica, o cálculo da vazão total pode ser feito aplicando-se a Equação (5) e obtendo como resposta:

$$Q = \frac{0,139 \cdot 1061,4}{60} = 2,54 \text{ m}^3/\text{min} = 2.540 \text{ l/min}$$

(Equação 4)

A Instituição foi projetada com 28 condutores verticais de descida, distribuídos por suas duas laterais, tendo cada uma delas, 14. A vazão de cada tubo pode ser determinada a partir da divisão da vazão total do telhado pela quantidade de tubos, sendo assim:

$$Q = \frac{2540}{28} = 90,71 \text{ l/min}$$

Os condutos horizontais ou calhas, comumente utilizadas em construções civis, servem como complemento ao telhado e outras regiões da cobertura para realizar o escoamento da água. São elas que impedem o empoçamento da água e as infiltrações nos pavimentos abaixo do telhado. As calhas implementadas na IE, são de seção quadrada e atende aos requisitos de dimensionamentos. O material constituinte das calhas tem o coeficiente de rugosidade $n = 0,011$. O coeficiente de rugosidade age como uma espécie de “freio”. Em termos práticos, quanto maior o coeficiente de rugosidade, maior a inclinação para esgotamento das calhas (NBR 10844, 1989). Segundo a NBR 10844, o dimensionamento das calhas deve ser feito através da fórmula de *Manning-Strickler*, conforme ilustrado pela Equação (4) ou através de qualquer outra fórmula que seja equivalente:

$$Q = K \cdot \frac{S}{n} \cdot RH^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

(Equação 4)

Ainda de acordo com a NBR 10844, os condutores horizontais devem ser projetados, sempre que possível, com declividade uniforme, de valor mínimo igual a 0,5% ou $i = 0,005$.

Como o percurso das águas pluviais inicia seu caminho pelas calhas até chegar ao reservatório de captação, é preciso haver o cuidado com a instalação de dispositivos para remoção de detritos, tais como telas e grades, de acordo com a NBR 12213. Esses dispositivos devem ser obrigatoriamente instalados uma vez que o projeto de captação pertence à classe de captações à superfície da água.

Conforme observado e medido, a IE possui um total de 28 tubos de descida verticais em suas laterais, cada um com 75 mm de diâmetro. A fim de realizar uma estimativa de comparação e confirmação desse dado, foi utilizado o Critério Frutuoso de Dantas, de acordo com NBR 10844 que diz respeito ao dimensionamento dos condutores verticais conforme ilustrado na Equação (5).

$$d = 10,56 \cdot Q^{0,4}$$

(Equação 5)

Sendo assim, o diâmetro da tubulação encontrada foi:

$$d = 10,56 \cdot 90,71^{0,4}$$

$$d = 64,08 \text{ mm}$$

A escolha de adotar os tubos de 75 mm mesmo com o valor divergente da conta, não causa impacto algum ao sistema de dimensionamento. É o valor mais próximo do calculado de acordo com o disponível atualmente no mercado. O sistema de tubulação deve assegurar que as calhas consigam captar o volume de água à razão de 90,71 l/min. Além disso, caso o volume não atenda às dimensões da tubulação, as calhas podem transbordar e ocasionar grandes vazamentos de água. Sendo assim, com uma área de telhado de 1061,4 m², pode-se concluir que os tubos são perfeitamente aptos a realizar o devido escoamento das águas. O reservatório de captação é o destino final das águas pluviais antes do início do processo de percurso às bacias sanitárias e para sua implementação, deve atender aos requisitos da NBR 12217. Para a determinação deste, deve ser realizada uma análise da chuva aproveitável. O volume de água de chuva aproveitável depende do coeficiente de escoamento superficial da cobertura, bem como da eficiência do sistema de descarte do escoamento inicial, sendo calculado através da Equação (6).

$$V = P \cdot A \cdot C \cdot \eta \text{ fator de captação}$$

(Equação 6)

De acordo com a NBR 15527, o valor do coeficiente de *runoff* ou de escoamento depende do material de cada telhado. Para o telhado do estudo de material cimento amianto, foi adotado o coeficiente de 0,8. Já o fator de eficiência varia de 0,50 a 0,90. Comumente, adota-se o valor prático de Sendo assim, de acordo com o cálculo da Equação (6), o quantitativo de chuva média aproveitável anualmente foi de aproximadamente:

$$V = 762.170 \text{ m}^3/\text{ano}$$

Tendo em vista o volume de chuva aproveitável, a etapa seguinte é a determinação do dimensionamento do reservatório que irá abrigar este volume durante o ano. O volume dos reservatórios deve ser dimensionado com base em critérios técnicos, econômicos e ambientais, levando em conta as boas práticas da engenharia. O projetista pode adotar

como critério, de acordo com a NBR 15527, os seguintes métodos: Método de Rippl; Método da simulação; Método Azevedo Neto; Método prático Alemão; Método prático Inglês; Método prático Australiano. Há ressalvas quanto ao método a ser utilizado, por isso, o estudo em relação ao projeto e o método se faz importante nessa etapa do projeto. De acordo com estas especificações e com as análises de comparação entre todos esses métodos, dois apresentaram informações plausíveis quanto à sua escolha: Prático Inglês e Azevedo Neto. A Equação (7) realiza o dimensionamento do reservatório da seguinte maneira:

$$V = 0,05. P. A$$

(Equação 7)

Sendo assim, o valor obtido é de:

$$V = 56.000 \text{ l}$$

Do volume encontrado, uma parte será direcionada ao reservatório de descarte, e o restante, destinado ao reservatório de captação. Seguindo as dimensões disponíveis do terreno da edificação e de acordo com os tamanhos dos reservatórios, optou-se por colocá-los nas duas laterais da IE. Sendo assim, o sistema contará com os seguintes componentes: 02 Reservatórios de Captação de 20.000 litros, 02 Reservatórios de descarte de água pluvial 1000 litros e 02 filtros de limpeza. De acordo com a NBR 15527, todo sistema de aproveitamento de águas pluviais, deve ter instalado um dispositivo para o descarte da água de escoamento inicial e é recomendado que este seja automático. De acordo com o *American Rainwater Catchment*, os fatores de decisão a serem tomados a fim de visar a eficiência do sistema e realizar o descarte de água corretamente, são os níveis de contaminação do local da instalação. Desta forma, para que seja adotada a quantidade mínima de descarte por m², leva-se em consideração: i) Contaminação média: 2,0 mm/m²; ii) Contaminação baixa: 0,5 mm/m²; iii) Contaminação alta: 8,0 mm/m².

No estudo em questão, o local da IE possui nível de contaminação média. Mesmo com as telas aplicadas às calhas, ainda há impurezas e detritos como poeira, pássaros, dentre outros. Sendo assim, de acordo com os cálculos adotados, o descarte inicial a ser feito após cada primeira água da chuva (*first flush*) é de aproximadamente 2123 litros. O reservatório de 2000 litros atende às especificações. O processo de armazenamento da água da chuva deve atender aos requisitos estabelecidos de acordo com a NBR 15527. Para isso, deve-se atentar ao processo de manutenção correta do sistema bem como o devido tratamento da água captada. Sendo esse processo realizado de maneira correta, o armazenamento pode ter duração de até um ano. Os padrões de qualidade da água devem ser definidos pelo projetista de acordo

com a utilização prevista. Para fins mais restritivos, deve ser utilizado o parâmetro de qualidade de água de chuva para fins não potáveis da NBR 15527 de 2007.

3 | CONCLUSÃO

Foi constatado, após a avaliação dos índices pluviométricos da região que o volume de chuva anual da região era satisfatório, tornando viável o projeto. Vale ressaltar que a água aproveitada pode ser usada para diversos fins, porém as bacias sanitárias foram pontos de sugestão devido às mesmas representarem o maior índice de utilização das águas não potáveis. Os cálculos apontaram um volume de 56 m³ como ideal para a cisterna e para o reservatório de descarte, 2 m³, ambos os volumes serão balanceados nos sistemas que estarão presentes em ambas as extremidades da instituição. Além das vantagens financeiras que a instalação do sistema pode acarretar, existem também os benefícios ambientais, pois toda a água captada minimiza a falta de água em períodos de estiagem ou superlotação da região bem como a preservação dos recursos hídricos. O fundamental é a disseminação dos conceitos de conscientização ambiental de cada indivíduo.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, D.L. **A Exploração de um Sistema de reservatórios: Uma análise otimizada dos usos objetivos múltiplos da Bacia do Rio Capibaribe – PE.** Tese de Doutorado em Recursos Naturais. Paraíba, 2008. Disponível em:

<<http://www.recursosnaturais.ufcg.edu.br/downloads/Dayselunabarbosa.pdf>>.

Acesso em 09/09/2017.

BRASIL. Lei nº 9433, de 8 de janeiro de 1997. **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos**, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.

FERREIRA, D.F. **Aproveitamento de águas pluviais e reuso de águas cinzas para fins não potáveis em um condomínio residencial localizado em Florianópolis – SC.** Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Santa Catarina, 2007.

FESTI, A. V. **Coletânea das Equações de chuva do Brasil.** In: XVII Simpósio Brasileiro De Recursos Hídricos. São Paulo, 2007

MARINOSKI, K. A.; **Aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis em instituição de ensino: estudo de caso em Florianópolis – SC.** Florianópolis, 2007.

MARTINS, M.F.; CANDIDO, G.A. **Indicadores de Desenvolvimento Sustentável para Localidades: uma proposta metodológica de construção e análise.** Editora UFCG. Campina Grande - PB, 2010.

MAY, S. **Estudo da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações.** Dissertação de Mestrado. Curso de Pós-Graduação em Engenharia da Construção Civil, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2004.

MELLO, M.; PERTEL, M.; SOUZA, P. F. **Análise de Viabilidade Econômica: Um Estudo de Aproveitamento da Água de Chuva no Instituto Educacional Paulo de Tarso – Campos, RJ.** Perspectiva online: exatas & eng. Campos dos Goytacazes, 31-50, 2014.

MINOWA, C.; IWASHITA, N. D.; SETUGUTI, A. J.; MORI, S. L.; CHUANG, K. L. **Reuso da Água.** Escola Técnica da Universidade de São Paulo – Depto. de Engenharia Hidráulica e Sanitária. São Paulo, 2007.

PAIVA, M. B.; CAMBEIRO, A. S. R.; SOARES, C. A. P. **Critérios de sustentabilidade no projeto de arquitetura.** In: ENSINO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO: DESAFIO, TENDÊNCIAS E PERSPECTIVAS, 16, 2009, Botucatu. Simpósio. Niterói: Universidade Federal Fluminense, 2009.

Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH): Ministério do Meio Ambiente. Brasília, 2006.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de Impacto Ambiental: conceitos e métodos.** 2ª Ed. São Paulo: Oficina de Textos.

SANTILLI, F. R. J. **A Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei 9.433/97) e sua implementação no Distrito Federal.** Disponível em:

<https://ceapg.fvg.br/sites/ceapg/fvg.br/files/u60/politica_nacional_dos_recursos_hidricos.pdf> Acesso em 08/09/2017.

TORRES, G. R.; MORAIS, C. F.; MARQUES, L. A. **Aproveitamento da água pluvial: estudo de caso para a captação e uso da água para fins não potáveis na UNAERP Campus Guarujá.** Revista de Ciências Integradas, v. 2, p. 2, 2015.

SOBRE O ORGANIZADOR

Alan Mario Zuffo - Engenheiro Agrônomo (Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT/2010), Mestre em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal do Piauí – UFPI/2013), Doutor em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal de Lavras – UFLA/2016). Atualmente, é professor visitante na Universidade Federal do Mato Grosso do Sul – UFMS no Campus Chapadão do Sul. Tem experiência na área de Agronomia – Agricultura, com ênfase em fisiologia das plantas cultivadas e manejo da fertilidade do solo, atuando principalmente nas culturas de soja, milho, feijão, arroz, milheto, sorgo, plantas de cobertura e integração lavoura pecuária. E-mail para contato: alan_zuffo@hotmail.com

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-251-7

