

REVISTA CIENTÍFICA



ESFERA ACADÊMICA

Volume 7, número 2, ano 2015 - ISSN 2317- 000X

EDIÇÃO ESPECIAL TECNOLÓGICA

FACULDADE
MULTIVIX

VITÓRIA

ISSN 2317-000X

REVISTA CIENTÍFICA ESFERA ACADÊMICA
EDIÇÃO TECNOLÓGICA

Volume 7, número2

Vitória
2015

EXPEDIENTE

Publicação Semestral

ISSN 2317-000X

Temática Multidisciplinar

Revisão Português

Larissa Picoli

Capa

***Marketing* Faculdade Brasileira Multivix-Vitória**

Os artigos publicados nesta revista são de inteira responsabilidade de seus autores e não refletem, necessariamente, os pensamentos dos editores.

Correspondências

Coordenação de Pesquisa e Extensão Faculdade Brasileira Multivix-Vitória

Rua José Alves, 301, Goiabeiras, Vitória/ES | 29075-080

E-mail: pesquisa.vitoria@multivix.edu.br

FACULDADE BRASILEIRA MULTIVIX-VITÓRIA

DIRETOR EXECUTIVO

Tadeu Antônio de Oliveira Penina

DIRETORA ACADÊMICA

Eliene Maria Gava Ferrão Penina

DIRETOR ADMINISTRATIVO E FINANCEIRO

Fernando Bom Costalonga

CONSELHO EDITORIAL

Alexandra Barbosa Oliveira
Caroline de Queiroz Costa Vitorino
Eliene Maria Gava Ferrão Penina

Karine Lourenzone de Araujo Dasilio
Michelle Moreira
Patricia de Oliveira Penina

ASSESSORIA EDITORIAL

Karine Lourenzone de Araujo Dasilio

Patricia de Oliveira Penina

ASSESSORIA CIENTÍFICA

Aline Silva Sauer
Andréa Curtiss Alvarenga
Andrielly Moutinho Knupp
Elizoneth Campos Delorto Sessa
Fabricia Delfino Rembiski
Farley Correia Sardinha
Gabriel Ferreira Sartório
Helber Barcellos da Costa
Henrique de Azevedo Futuro Neto
Ivana Souza Marques
José Guilherme Pinheiro Pires
Júlia Miranda Falcão
June Ferreira Maia
Karoline Marchiori
Ketene W. Saick Corti
Kirlla Cristine A. Dornelas
Lilian Pereira Menenguci
Mario Sergio Zen

Maycon Carvalho
Mauricio da Silva Mattar
Michelli dos Santos Silva
Michell Vetoraci Viana
Nelson Elias
Patricia de Oliveira Penina
Poline Fernandes Fialho
Priscila Alves De Freitas
Rivânia H. P. De Romero
Rosânea A. F. Das Neves
Rosemary Riguetti
Sandra L. Moscon Coutinho
Sheilla Diniz Silveira Bicudo
Tania Mara Machado
Tatyana Lellis da Matta e Silva
Thais de Oliveira Faria
Vinicius Mengal
Vivaldo Pim Vieira

SUMÁRIO

Artigos Originais

ILUMINAÇÃO SOLAR ATRAVÉS DA REFRAÇÃO: ENERGIA SUSTENTÁVEL DIANTE DA CRISE HÍDRICA BRASILEIRA.....	6
Lemuel Brasil Aguiar; Kenneth Jones Silva; Lucas de Oliveira Nascimento; Janaina Cardoso Fraga; Luana Alves Nascimento Silva; Filippe Lima Meirelles; Tiago de Paulo Nascimento, Alexander Aparecido Silva	
ENERGIA SUSTENTÁVEL: LUMINÁRIA À BASE DE ENERGIA SOLAR.....	16
Júlio César Dias Dos Santos; Ana Carolina Ribeiro Cardoso; Flavia Carvalho Gaudio; Gabriele de Lemos Rigo; José Marcos Santos Mesquita; Kênia Morosini; Paula Niria Costa Muniz	
APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA ATRAVÉS DE SISTEMAS DE BAIXO CUSTO: MINICISTERNA RESIDENCIAL.....	20
Rodrigues, A. C.; Gomes, L. R.; Zeni, L. N.; Candido, M. D.; Barbosa, N. M.; Nascimento, N. L. S.; Alves, S.; Coan, T.; Costa, V.; Jordão, W.; Silva, A. A.	
GERADOR EÓLICO.....	24
Claudiane Gonçalves Ramalho Alves; Daniel Gonçalves Costa; Joao Eduardo Binow Bitar; João Paulo Da Penha Lima; Jonas Da Silva Nogueira; Layla Cordeiro Da Silva; Nayara Schneider Xavier; Rafael Borges Maia; Rafael Rodrigues Froede; Raphael Francisco De Martin Campos; Thyago Pereira Alves	
UMA PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS DE TRATAMENTO ÁGUA NAS RESIDÊNCIAS.....	29
Elberto Vital do Carmo, Fábio da Conceição Medeiros, Flavio Rolffes Tavares, Gabriel Fernandes Marques, Joarley Rodrigues da Silva, Juliano Porto Tomaz, Rafael Guedes Stocco, Rafael Pinto Dutra, Robert Bispo dos Santos De Castro, Stênio Frizzeira, Victor Rodrigues Braz, Alexander A. Silva	
APROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA: PARA FINS NÃO POTÁVEIS NA FACULDADE BRASILEIRA – MULTIVIX VITÓRIA (ES)	38
Vanieli Ewald Endlich; Thiago de Oliveira Vallandro; Caio Simão de Lima	

ILUMINAÇÃO SOLAR ATRAVÉS DA REFRAÇÃO: ENERGIA SUSTENTÁVEL DIANTE DA CRISE HÍDRICA BRASILEIRA

Lemuel Brasil Aguiar¹; Kenneth Jones Silva²; Lucas de Oliveira Nascimento³; Janaina Cardoso Fraga⁴; Luana Alves Nascimento Silva⁴; Filippe Lima Meirelles⁴; Tiago de Paulo Nascimento⁵, Alexander Aparecido Silva⁶

1. Administrador e acadêmico de Engenharia Ambiental (Faculdade Brasileira – Multivix Vitória);
2. Acadêmico de Engenharia Elétrica (Faculdade Brasileira – Multivix Vitória);
3. Acadêmico de Engenharia Civil (Faculdade Brasileira – Multivix Vitória);
4. Acadêmica de Engenharia Ambiental (Faculdade Brasileira – Multivix Vitória);
5. Acadêmico de Engenharia Mecânica (Faculdade Brasileira – Multivix Vitória);
6. MSc em Física, docente na Faculdade Brasileira - Multivix Vitória.

RESUMO

Desde o ano de 2013 tem-se noticiado na mídia acerca dos riscos de apagões e racionamentos de energia elétrica e água em todo o Brasil. Os regimes de chuvas têm mudado anualmente devido às ações antrópicas na natureza. A busca por meios alternativos de energia que atendam à população tem sido constante em toda a sociedade, que sofre, principalmente, com os constantes reajustes de tarifas energéticas. Sendo assim, propôs-se apresentar um modelo de iluminação natural, com aproveitamento da incidência de luz solar, que atendesse a dois aspectos básicos: ter baixo custo de instalação e manutenção e ser sustentável. A pesquisa foi realizada em bibliografias diversas pertinentes ao assunto, além de reportagens, vídeos e sites informativos. Elaborou-se um protótipo que apresentasse aos espectadores participantes da Semana do Meio Ambiente, na Faculdade Brasileira – Multivix, em Vitória – ES, a ideia de utilizar garrafas PET cheias de água, com pequena quantidade de água sanitária, fixadas em um madeirite que simulava uma casa. Um refletor foi utilizado simulando a incidência de luz solar. Percebeu-se que a economia de energia elétrica mensal e anual é preponderante, tanto para famílias quanto para empresas que possam aplicar o projeto, seja no aspecto econômico-financeiro ou no consumo de energia, calculado em kWh (kilo watt-hora).

Palavras-chave: Energia, sustentabilidade, refração da luz.

ABSTRACT

Since 2013, Media has been announcing about risks of blackouts and rations of water and electricity all over Brazil. Rainfall regimes have changed annually due to human activities in nature. The society has been searching for alternative energy resources for the population, who suffer, especially, because of the constant increasing of energy rates. So, it is proposed to present a daylight model with use of a sunlight, which answers two basic aspects: to have low cost of installation and maintenance and to be sustainable. For the research, different bibliographies related to the subject were used, as well as reports, videos and informational sites. It was elaborated a prototype to show to the participants viewers of the "Environment Week", at Multivix, a Brazilian college in Vitoria, ES, Brazil, the idea of using PET bottles filled of water with a small amount of bleach, set at a Madeirite that simulated a house. A reflector was used, simulating sunlight. It was realized that the energy savings monthly and annually is preponderating for both families and companies that can apply the project, whether in the economic-financial aspect or in the power consumption, measured in kWh.

Key-Words: Energy, sustainability, refraction of light.

INTRODUÇÃO

Crise hídrica e energética são dois temas que andam sempre juntos no Brasil, já que a matriz energética brasileira é majoritariamente composta por usinas hidrelétricas. A dependência de chuvas sazonais e regulares nas regiões onde estão instaladas as hidrelétricas é muito grande, devido à necessidade de abastecimento das represas. Com os

efeitos das mudanças climáticas percebidos no globo, um dos problemas que o país tem enfrentado é a escassez de chuvas em algumas regiões e excesso de chuvas em outras. Nos locais com grandes aglomerações de pessoas e, conseqüentemente, maiores danos ambientais, a situação torna-se ainda pior. Segundo pesquisas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – Inpe (2014), os índices pluviométricos em grandes metrópoles têm caído ao longo dos últimos 40 anos, como é o caso de São Paulo. Com isso, o risco de déficit energético no país chegou a 6,1% em março de 2015 (VALOR ECONÔMICO, 2015), confirmando a necessidade de utilização de termelétricas como fonte geradora de eletricidade. Essa necessidade altera os custos do sistema elétrico brasileiro, provocando reajustes das tarifas de energia ao consumidor, influenciando na inflação e atingindo valores percentuais exorbitantes, exigindo uma mudança de comportamento da população.

Sendo assim, o consumidor, que é o mais afetado, tem buscado alternativas que viabilizem a utilização de energia elétrica, visando à diminuição de gastos e à preservação dos recursos naturais, cada vez menos abundantes e disponíveis ao consumo humano. A ideia de sustentabilidade está em utilizar os recursos disponíveis na biosfera, atendendo aos anseios da geração atual e garantindo recursos para as gerações futuras. Sabe-se que há muitas tecnologias em desenvolvimento que buscam a exploração de energia renovável, com foco na sustentabilidade. Entretanto, grande parte ainda possui custos altos, ainda estão em desenvolvimento, utilizam materiais específicos para a indústria e não há demanda suficiente no mercado para que os preços diminuam. Isso dificulta o acesso de comunidades carentes às tecnologias alternativas para iluminação residencial ou em locais que necessitam de iluminação durante o dia para serviços manuais em empresas, como no caso de galpões, estoques e, até mesmo, iluminação de quadras públicas cobertas.

Diante desse panorama, houve o interesse da comunidade acadêmica, envolvendo alunos dos cursos de Engenharia Ambiental e Engenharia Elétrica da Faculdade Brasileira, campus Goiabeiras, no sentido de buscar o que a sociedade tem feito para lidar com as altas tarifas de energia elétrica e, ainda assim, melhorar a qualidade de vida de pessoas que vivem em regiões carentes ou em residências em que não há um projeto elétrico desenvolvido por um engenheiro responsável.

OBJETIVO

A proposta desta pesquisa foi apresentar um meio alternativo de utilização de energia renovável e sustentável de baixo custo para suprir a demanda de residências e ambientes de trabalho manual que utilizam a iluminação elétrica durante o dia, substituindo as lâmpadas tradicionais ou implementando a iluminação em cômodos ou galpões que não possuem iluminação artificial. Este trabalho foi apresentado na Semana do Meio Ambiente, na Faculdade Brasileira - Multivix, buscando soluções energéticas sustentáveis para a sociedade.

O Conceito de Onda e a Luz

A luz, como uma onda, obedece a alguns critérios, em seu comportamento, conforme a seguinte descrição: uma onda é qualquer efeito (perturbação) que se transmite de um ponto a outro de um meio sem que haja transporte direto de matéria (NUSSENZVEIG, 2014).

Existem duas classificações mais abrangentes para os tipos de ondas: longitudinais ou

transversais. Em uma onda longitudinal, as partículas do meio oscilam em curtos segmentos de retas, sem se deslocarem, mas somente transferindo energia de uma para outra. A direção na qual a onda se propaga coincide com a linha em que as oscilações se mantêm. Quando o movimento do meio é perpendicular ao movimento da onda, verifica-se uma onda transversal (EINSTEIN, INFELD, 1939). Obrigatoriamente, para esses dois tipos de ondas, apesar de não haver transporte de matéria em seus movimentos, sua propagação só pode existir em um meio material.

No entanto, a luz é classificada como uma onda eletromagnética, em que os campos elétrico e magnético em cada ponto oscilam, mantendo-se sempre perpendiculares à direção de propagação. O que explica o fato de a luz solar chegar até a Terra é que as ondas eletromagnéticas não necessitam de um meio material para se propagarem. Elas se propagam também no vácuo (NUSSENZVEIG, 2014). Todo tipo de radiação pode ser descrito em função dos campos elétrico e magnético e se propagam à mesma velocidade no vácuo, a velocidade da luz. Fundamentalmente, o que vai diferir cada tipo é seu comprimento de onda ou sua frequência (HALLIDAY, RESNICK, KRANE, 2004), conforme demonstrado na Figura 01 a seguir.

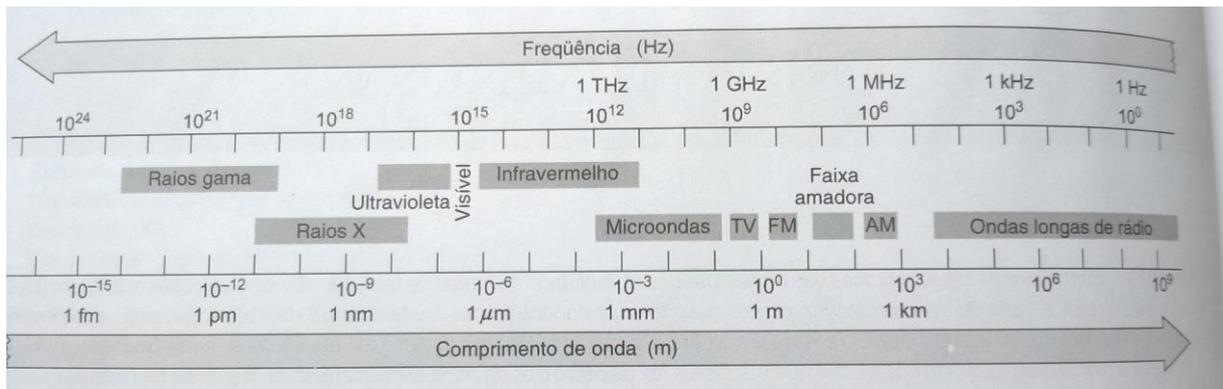


Figura 01: O espectro eletromagnético.
Fonte: Halliday, Resnick, Krane (2004).

O comportamento dual da luz, como onda e partícula (o fóton), não será tratado neste trabalho, que se limitará às explicações básicas sobre a luz como onda.

Reflexão e Refração

A propagação das ondas de luz em qualquer ambiente sofre interferências de acordo com cada tipo de material ou meio. Quando a luz passa de um meio homogêneo para outro, parte é refletida e parte é refratada. Imagina-se um único raio P_1 incidente em um meio 1, por exemplo, o ar. Quando esse raio atinge a superfície de um meio 2, por exemplo, a água, em um ponto específico P , haverá um raio refletido PP'_1 que retornará para o ar, formando um ângulo de reflexão. Esse mesmo raio P_1 será também refratado na água (na Figura 02 o raio PP_2), formando um ângulo de refração.

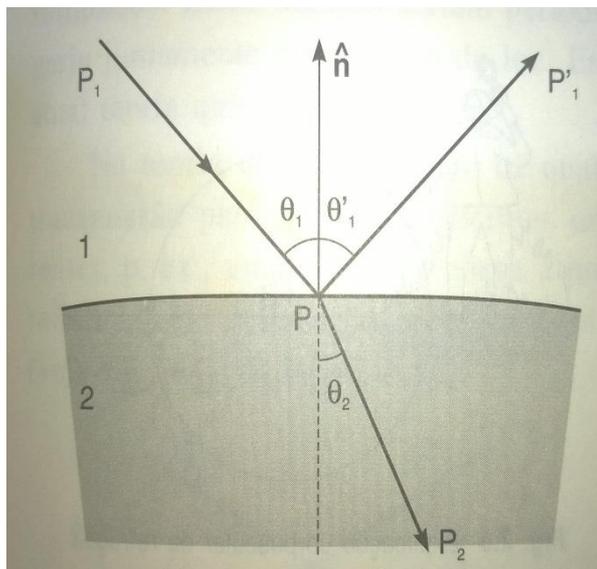


Figura 02: Raio incidente, refletido e refratado.
Fonte: Nussenzveig (1998).

Pode-se falar, então, sobre a Lei da Reflexão, dizendo que o raio refletido pertence ao plano de incidência e o ângulo de reflexão é igual ao de incidência. Na Figura 02, a relação é dada por $\theta'_1 = \theta_1$.

Relacionando os ângulos θ_1 e θ_2 , Willebrord Snell, em 1661, percebe que o raio refratado também permanece no plano de incidência e encontra uma constante chamada atualmente de índice de refração. Essa passa a se chamar Lei da Refração ou Lei de Snell, que é dada por $\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = n_{12}$, onde n_{12} é o índice de refração do meio 2 relativo ao meio 1.

Se $n_{12} > 1$, como, por exemplo, ao passar do ar para água, diz-se que o meio 2 é mais refringente que 1, e o raio refratado se aproxima da normal; se $n_{12} < 1$ (ao passar do vidro para água, por exemplo), o meio 2 é menos refringente, e o raio refratado se afasta da normal. (NUSSENZVEIG, 1998, p.7).

O índice de refração de um meio é uma constante adimensional e é dado pela razão entre a velocidade da luz no vácuo e a velocidade da luz naquele meio (HALLIDAY, RESNICK, KRANE, 2004), segundo a equação $n = c/v$, em que

c = velocidade da luz no vácuo;
 v = velocidade da luz no meio.

Alguns índices de refração podem ser observados na Tabela 01, como forma de comparação entre meios distintos.

Tabela 01: Índices de Refração

Meio	Índice
Vácuo	1,00000
Ar (CNTP)	1,00029
Acetona	1,36
Álcool Etilico	1,36
Quartzo fundido	1,46
Vidro comum	1,52
Cloreto de sódio	1,54
Poliestireno	1,55
Safira	1,77
Diamante	2,42

Fonte: Halliday, Resnick, Krane (2004).

Elaboração própria.

MATERIAIS E MÉTODOS

Materiais e custo

A Tabela 02 descreve os materiais utilizados na elaboração do protótipo, para o teste do projeto de iluminação solar natural.

Tabela 02: Materiais utilizados no protótipo

Material	Quantidade
Garrafa PET (600ml)	02 unidades
Massa plástica	200,0g
Água límpida	1,200l
Água sanitária	40,00ml
Prego	18 unidades
Parafuso	06 unidades
Refletor (500 W ¹)	01 unidade
Extensão	0,500m
Serra de corte	01 unidade
Cola de madeira	500,0ml

Fonte: Dados do projeto.

Elaboração própria.

Alguns materiais já eram de posse dos alunos do projeto, o que viabilizou a construção do protótipo e seu funcionamento adequado, tais como o madeirite, o refletor e a serra de corte. Os demais foram adquiridos com recursos próprios e estima-se o custo total do protótipo em R\$490,00, incluindo os materiais próprios utilizados.

A utilização de garrafas feitas de poli tereftalato de etileno - PET é justificável pelo fato de contribuir com a implementação dos 3Rs (Reduzir, Reutilizar, Reciclar) na sociedade. Para este projeto, a reutilização das garrafas PET, atribuída à economia de energia, aproveitando-se a iluminação solar, é de grande valor para o meio científico, no sentido de promover novas pesquisas que implementem tecnologias mais avançadas e contribuam para o desenvolvimento da sociedade.

Segundo Mano (1991, *apud* MIRANDA, SILVA, 2004), o PET possui propriedades, como leveza, transparência e brilho. É inodoro, atóxico e inerte, ou seja, sua utilização com água, água sanitária e luz solar não causa nenhum efeito negativo à saúde humana. Seu índice de

¹ Watt: unidade de medida de energia elétrica, de fluxo energético de irradiação, equivalente a uma transferência de energia produzida por uma corrente de 1 ampere através de uma diferença de potencial de 1 volt (HOUAISS, VILLAR, 2001).

refração varia de 1,65 a 1,66 (MONTENEGRO, et al, 2000).

A água sanitária auxilia na manutenção da limpidez da água inserida nas garrafas PET, uma vez que sua ação é desinfetante, evitando o surgimento de microrganismos que possam deixar a água turva e opaca. Segundo Laubusch (1971, *apud* MEYER, 1994), existem processos de desinfecção da água e alguns deles são: tratamento físico (aplicação de calor, irradiação, luz ultravioleta); compostos alcalinos; íons metálicos, dentre outros. Sendo assim, percebe-se que a associação da água, com água sanitária e a exposição ao sol é muito conveniente para que a ideia de aproveitamento da luz solar seja eficiente no modelo proposto.

Metodologia aplicada

Foi realizado um levantamento bibliográfico acerca do assunto proposto. Segundo Marconi e Lakatos (2007), a pesquisa bibliográfica se caracteriza pela busca em toda bibliografia já tornada pública.

Buscaram-se informações que estivessem no contexto da pesquisa, relacionando a refração da luz solar e a iluminação de ambientes residenciais ou comerciais com atividades diurnas, de tal forma que atendessem a dois critérios fundamentais: tecnologia sustentável e baixo custo de implantação.

1. Descrição do método

A ideia fundamental do projeto é utilizar garrafas PET, inserindo água límpida e água sanitária em seu interior, para instalar em telhados ou lajes de residências ou galpões comerciais que necessitem de iluminação diurna. Estando a garrafa fixada, a parte superior fica exposta à luz solar, enquanto a parte inferior fica no interior do recinto. A luz incidente na parte superior da garrafa será refratada para a parte inferior, como um processo natural de refração da luz citado anteriormente. Essa luz refratada irá incidir sobre o ambiente interno, descartando, naquele ponto, a necessidade de utilização de lâmpada convencional, seja incandescente ou fluorescente.

No protótipo, utilizou-se o refletor com potência que 500 W para simular a incidência de luz solar sobre o telhado de uma residência. O madeirite foi utilizado para construir o protótipo da residência, com dimensões de 1,08 x 0,80 x 0,41m, separando dois níveis:

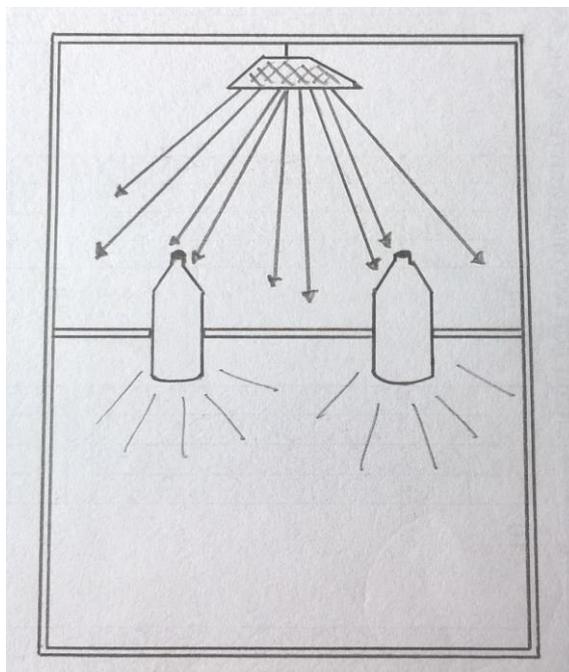
- i) nível 1: o telhado da residência; local onde ficou o refletor emitindo luz sobre as duas garrafas PET utilizadas, fixadas em uma tampa de madeirite com massa plástica;
- ii) nível 2: o interior da residência; recebeu a incidência da luz refratada, simulando uma lâmpada elétrica substituída.

No nível 1, a luz do refletor incidiu sobre as garrafas com água e água sanitária, fixadas com a massa plástica em uma folha de madeirite de 0,80 x 0,41m, que seria, no caso, o telhado da residência. O local das garrafas foi recortado com a serra de corte (tico-tico), bem como toda a estrutura da residência.

No nível 2, a luz refratada iluminou o interior da residência que estava tampado e fechado nas laterais, simulando um ambiente sem iluminação artificial ou outro tipo de iluminação

natural (via portas ou janelas). Um esquema do protótipo pode ser visualizado na Figura 03 a seguir.

Figura 03: Desenho esquemático de funcionamento do protótipo.



Elaboração própria.

2. Cronograma

A aquisição dos materiais, construção e teste do protótipo seguiram o seguinte cronograma demonstrado na Tabela 03:

Fase	Tempo	Tempo total
Discussão sobre o protótipo	01 dia	17 dias
Dimensionamento dos materiais	03 dias	
Aquisição dos materiais	02 dias	
Montagem do protótipo	10 dias	
Teste do protótipo	01 dia	

Tabela 03: As fases e tempo gasto no projeto.
Elaboração própria.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Inicialmente, com as buscas por materiais e conteúdos que explicassem o funcionamento da tecnologia, questionou-se como seria o resultado da implantação do modelo em um protótipo, já que este deveria ser apresentado para a comunidade acadêmica da Faculdade Brasileira – Multivix, em Vitória - ES, e a sociedade ao entorno que participou da exposição deste e demais projetos.

Após os testes e a exposição citada, pode-se afirmar que o protótipo atendeu às expectativas e alcançou o objetivo principal desta pesquisa, demonstrando satisfatoriamente

como a luz solar pode ser aproveitada de maneira simples e a baixo custo.

No protótipo, com a utilização do refletor com 500 W de potência, a incidência da luz no nível 02, refratada pela garrafa PET com água e água sanitária, registrou uma iluminação equivalente a uma lâmpada incandescente de 60 W.

Segundo o simulador de gasto de energia da Companhia de Eletricidade do Amapá – CEA (<http://www.cea.ap.gov.br/simulador/simulador.php>), a economia que se pode gerar em um mês (30 dias), com a substituição de apenas uma lâmpada incandescente de 60 W, sendo utilizada 8h por dia (considerando apenas o período diurno) é de R\$3,66. Pensando em uma residência popular, com três cômodos que necessitem de iluminação durante o dia, a economia pode chegar a R\$10,97 mensais e 525,6 KWh (kilowatt hora). Já no caso de um galpão comercial, considerando uma área de 1.500m², utilizando-se o sistema de iluminação natural em substituição à iluminação por lâmpadas fluorescentes comuns de 40 W, fazendo-se o seguinte cálculo:

Área: 50x30m

Distância máxima entre lâmpadas: 3m

Potência das lâmpadas: 40 W

$$50/3 \cong 17 \text{ lâmpadas}$$

$$30/3 = 10 \text{ lâmpadas}$$

Considerando que cada calha de lâmpada fluorescente suporte duas lâmpadas, obtém-se:

$$17 \times 10 \times 2 = 340 \text{ lâmpadas}$$

A substituição dessas 340 lâmpadas fluorescentes de 40 W gera uma economia de R\$828,60 mensais, uma diferença nos gastos anuais de uma empresa de R\$10.081,29 e a economia de 39.712 KWh.

O aspecto econômico fica muito evidente quando se fala em gastos. Famílias brasileiras que habitam residências de baixo custo, em que não houve um projeto de construção planejando, itens essenciais como iluminação natural, ventilação, umidade, podem, ao menos nesse caso, suprir a necessidade de terem suas residências iluminadas durante o dia com um sistema simples, barato, que não exige nenhuma técnica específica para ser implantada. Basta que haja métodos para a instalação no telhado ou laje da casa.

Quanto ao isolamento, notou-se que a massa plástica foi bem resistente aos testes com água. Não foi notado nenhum vazamento que pudesse afetar o nível 2 da maquete, que numa situação real formaria goteiras e infiltrações nas casas ou galpões. Há relatos de moradores de pequenas cidades que afirmam ter o sistema instalado há mais de dois anos e não terem nenhum custo de manutenção nem algum tipo de infiltração que comprometa a vida útil do sistema ou da casa.

A luminosidade atingiu níveis satisfatórios, considerando-se, principalmente, que a maquete foi elaborada com materiais não refletivos, ou seja, não havia qualquer espelho que contribuísse para o foco de luz no interior da garrafa PET, aumentando a refração da luz.

CONCLUSÃO

A busca por soluções energéticas em meio à crise hídrica que passa o Brasil não cessa em cada canto do país. Escolas, universidades, setor público, privado e organizações não governamentais têm estimulado as famílias a consumirem menos energia, racionarem o uso da água e serem conscientes, não somente para hoje, em meio à crise, mas para todo o futuro que aguarda a sociedade.

As altas tarifas, com sequências de reajustes, são motivos suficientes para qualquer consumidor de energia das concessionárias brasileiras desejarem utilizar meios alternativos que preservem os recursos naturais e diminuam o gasto fixo mensal. Empresas de todos os setores têm buscado soluções no meio acadêmico e tecnologias inovadoras do estrangeiro. Entretanto, em meio a tantas buscas e pesquisas, uma solução simples pode auxiliar muitas famílias e organizações que dependem da luz nos momentos de maior claridade solar diariamente.

Com o objetivo de pesquisar e testar, em protótipo, um modelo de iluminação natural que seja sustentável e de baixo custo, este trabalho alcançou êxito e demonstrou que, para muitos casos, a melhor solução está no mais simples. Sabe-se que existem tecnologias de alto nível difundidas por multinacionais que aproveitam, e ainda potencializam, o uso da luz solar, sem qualquer uso de motores geradores e gastos de energia. São tecnologias igualmente sustentáveis, mas seu custo extrapola a realidade de muitas famílias e empresas no Brasil.

O nível de luminosidade alcançado no projeto foi satisfatório e, com o simulador da Companhia de Eletricidade do Amapá, demonstrou-se que a economia de energia e de gastos anuais é consideravelmente alta, proporcionalmente às famílias de baixa renda e a empresas que utilizam galpões para atividades diurnas.

A busca por tecnologias alternativas e de baixo custo é sempre necessária e, por certo, contribui para pesquisas em todo o meio acadêmico. Sabe-se que, apesar das limitações deste projeto, o intuito é demonstrar como se pode avançar em pesquisa e desenvolvimento tratando-se de energia no Brasil. Por certo, há muitas outras soluções e que, assim como esta, carecem de maiores testes, inclusive *in loco*, para que maiores avanços ocorram.

REFERÊNCIAS

COMPANHIA DE ELETRICIDADE DO AMAPÁ. **Simulador de consumo residencial**. Disponível em <<http://www.cea.ap.gov.br/simulador/simulador.php>>. Acesso em 19 junho 2015.

EINSTEIN, A.; INFELD, L. **A evolução da física: de Newton até a teoria dos quanta**. Tradução: Monteiro Lobato. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1939.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; KRANE, K.S. **Física 4**. 5.ed. São Paulo: LTC, 2004.

HOUAISS, A.; VILLAR, M.S. **Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa**. Instituto Antônio Houaiss de Lexicografia e Banco de Dados da Língua Portuguesa S/C Ltda. Rio de Janeiro: Objetiva, 2001.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Índices pluviométricos caem continuamente nos últimos 40 anos**. In: FOLHA DE SÃO PAULO. **Tempo deve continuar seco em São Paulo no verão, dizem meteorologistas**. Disponível em <http://www.inpe.br/noticias/namidia/img/clip12082014_07.pdf>. Acesso em 12 agosto 2014.

MARCONI, M.A.; LAKATOS, E.M. **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 2007.

MEYER, S.T. **O Uso de Cloro na Desinfecção de Águas, a Formação de Trihalometanos e os Riscos Potenciais à Saúde Pública**. Caderno Saúde Pública. Páginas 99-110. Rio de Janeiro: jan/mar, 1994.

MIRANDA, L.F.; SILVA, T.C. **Estudo comparativo das propriedades do poli (tereftalato de etileno) virgem e reciclado**. Revista On-Line Mackenzie de Engenharia. Abril, 2004. Disponível em http://www.mackenzie.br/revista_online_relacao_artigos.98.html. Acesso em 18 jun 2015.

MONTENEGRO, R.S.; PAN, S.S.; RIBEIRO, M.C. **Resina PET para recipientes**. Páginas 1-15, 2000. Disponível em http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/Publicacoes/Consulta_Expressa/Setor/Complexo_Quimico/199609_8.html. Acesso em 09 jun 2015.

NUSSENZVEIG, H.M. **Curso de Física Básica 2: Fluidos, oscilações e ondas, calor**. 5.ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2014.

_____. **Curso de Física Básica 4: Ótica, relatividade, física quântica**. 1.ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1998.

VALOR ECONÔMICO. **Comitê confirma que risco de déficit de energia em 2015 diminuiu**. Disponível em <<http://www.valor.com.br/brasil/3998022/comite-confirma-que-risco-de-deficit-de-energia-em-2015-diminuiu>>. Acesso em 17 abril 2015.

ENERGIA SUSTENTÁVEL: LUMINÁRIA À BASE DE ENERGIA SOLAR

Júlio César Dias Dos Santos¹; Ana Carolina Ribeiro Cardoso¹; Flavia Carvalho Gaudio¹; Gabriele de Lemos Rigo¹; José Marcos Santos Mesquita¹; Kênia Morosini¹; Paula Niria Costa Muniz¹

1. Graduação em engenharia civil – Multivix – vitória

RESUMO

Atualmente, o Brasil vive uma crise energética de grande amplitude, visto que mais de 90% da energia brasileira é produzida nas hidrelétricas, que dependem de água em níveis adequados em seus reservatórios para gerar energia. A periodicidade dos rios em termos de volume de águas sempre provocará temor em relação à confiabilidade do setor elétrico como um todo, acarretando uma situação de insegurança, não só aos controladores, como aos usuários finais do serviço. Neste sentido, urge uma maior diversificação na utilização das fontes na matriz energética para suprir a grande defasagem que poderá se acentuar entre a demanda e a oferta de energia no Brasil na próxima década. Existem fontes de energias renováveis que poderiam ser utilizadas para substituir a energia gerada pelas hidrelétricas. Assim é importante conhecer os diferentes tipos de fontes de energia.

INTRODUÇÃO

Diante de inúmeros fatores de desenvolvimento e expansão do meio urbano-industrial, e conseqüentemente, o crescimento populacional, houve o aumento exponencial da demanda energética. Nos últimos anos, a questão energética traz novas discussões: agências internacionais, estados e a sociedade geram debate sobre consumo, recursos naturais, mudanças climáticas e, principalmente, a segurança energética. Todos os consumos energéticos têm um custo elevado, tanto do ponto de vista econômico como ambiental. Assim, os esforços para a redução de emissões passam pela diminuição do consumo de energia e pela sua utilização de forma mais eficientes, sem renunciar aos níveis de conforto a que estamos habituados. Este uso racional da energia significa obter um determinado bem ou serviço consumindo com a menor quantidade de energia possível e, conseqüentemente, reduzindo ao máximo os custos energéticos.

MATERIAS E MÉTODOS

Materiais: Os materiais usados para a confecção da luminária para jardim (Tabela1) são fáceis de encontrar e são baratos e simples de fazer, como mostra nas figuras (Figura 1) e (Figura 2). Os valores de cada componente da luminária de jardins são demonstrados na (Tabela 2). Seu uso é extremamente eficiente, pois é uma energia renovável e as matérias usadas são simples e de baixo custo.

Métodos: Os métodos de confecção e funcionamento da luminária de jardim são: ao vasilhame de vidro, deve ser afixado o painel solar que, quando exposto ao sol, cria uma corrente elétrica que carrega a bateria (existente dentro do frasco). Com a redução da luminosidade, o sensor fotocélula, faz com que a lâmpada se acenda.

Tabela 1: Demonstrativo de matérias

ITENS
Painel solar
Baterias 1,2V 3 unidades
Lâmpada de 5 led's
Fotocélula
Vidro conserva simples

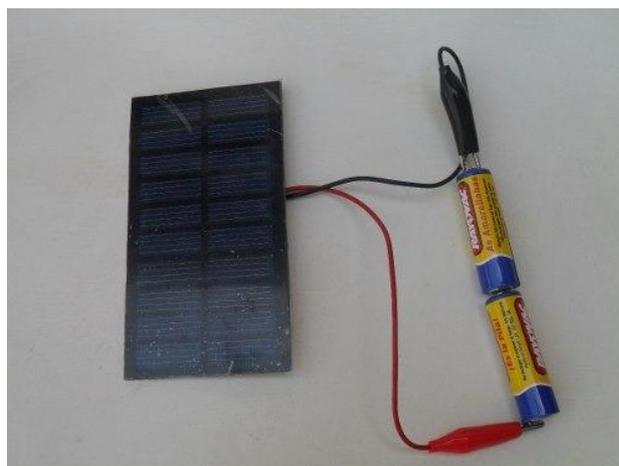


Figura 1: Ligação do painel solar com as baterias



Figura 2: Interligação do painel solar com as lâmpadas de LED

Tabela 2: Demonstrativo de valores

ITEM	VALOR
Painel solar 5V	R\$22,00
Baterias 1,2V – 3 unidades (R\$10,00 a unidade)	R\$30,00
Lâmpada 5 led	R\$ 5,00
Sensor fotocélula	R\$12,00
Vidro conserva	*preço desconsiderado, visto que pode ser reaproveitado.
TOTAL:	R\$ 69,00

RESULTADO

Os resultados do projeto são satisfatórios, pois demonstrou o projeto ser eficiente e ao mesmo tempo de baixo custo, e com o cenário de escassez energética vivenciado hoje com muita demanda e pouca produção, os consumidores não abrem mão do conforto que a energia traz. O custo disso está cada vez mais alto, e com todos estes fatores, para continuar com todo conforto que desejamos, é necessário inovar para que o conforto não se torne inacessível.

DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

A escolha para desenvolvimento do projeto foi o custo baixo e boa eficiência, que é a utilização de luminárias que funcionam à base da energia solar, o fato de ser de fácil aplicação, confecção e utilização faz com que qualquer residência possa usar esse sistema, de forma a reduzir o consumo de energia elétrica, principalmente em locais que possuem grandes varandas, quintais (Figura 3) ou até mesmo dentro de casa.



Figura 3: Utilização da luminária solar em jardins

AGRADECIMENTOS

Agradecimento dedicado ao professor Alexander Aparecido Silva - Faculdade Multivix - Vitória.

REFERÊNCIAS

<http://monografias.brasilecola.com/geografia/a-crise-energiano-brasil.htm>>. Acesso em 20 de abril de 2015.

Questões energéticas na atualidade. Educação. <<http://educacao.globo.com/artigo/questao-energetica-na-atualidade.html>>. Acesso em: 20 abril. 2015.

Sobre as questões de energia. Portal do ambiente do cidadão. <<http://ambiente.maiadigital.pt/ambiente/energia/mais-informacao-1/sobre-as-questoes-energeticas>>. Acesso em: 20 abril. 2015.

Questão energética no Brasil: estratégias, modelos e dilemas. Clube da Engenharia. <http://www.portalclubedeengenharia.org.br/info/questao-energetica-no-brasil-estrategias-modelos-e-dilemas>>. Acesso em: 20 abril. 2015.

CAROLINE, Fria. Fontes renováveis de energia. InfoEscola. <<http://www.infoescola.com/desenvolvimento-sustentavel/fontes-renovaveis-de-energia/>>. Acesso em: 20 abril. 2015.

SANTIAGO, Emerson. Política energética brasileira. InfoEscola. <http://www.infoescola.com/desenvolvimento-sustentavel/politica-energetica-brasileira/>. Acesso em: 20 abril. 2015.

Wikipédia. Disponível em: <www.wikipedia.org>. Acesso em 18 de abril de 2015.

APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA ATRAVÉS DE SISTEMAS DE BAIXO CUSTO: MINICISTERNA RESIDENCIAL

Rodrigues, A. C.¹; Gomes, L. R.¹; Zeni, L. N.¹; Candido, M. D.²; Barbosa, N. M.¹; Nascimento, N. L. S.¹; Alves, S.²; Coan, T.²; Costa, V.²; Jordão, W.²; Silva, A. A.³

1. Acadêmico em Engenharia Ambiental na Faculdade Multivix - Vitória
2. Acadêmico em Engenharia Mecânica na Faculdade Multivix - Vitória
3. Prof. Msc. em Física - Faculdade Brasileira Multivix - Vitória

RESUMO

Esse artigo busca estudar um meio fácil e barato para que se possa armazenar água de forma eficiente e evitar seu desperdício através da utilização da água coletada em meios como descargas e para lavar carros, utilizando o sistema da minicisterna. Os resultados mostram que a utilização do sistema é um meio eficiente não só para coleta, como também para o armazenamento da água. O sistema pode ser instalado sem dificuldades em residências e prédios, aproveitando ao máximo o potencial para coleta de água, diminuindo também o risco de alagamentos em grandes cidades.

Palavras-chave: Aproveitamento de água, minicisterna, armazenamento de água.

ABSTRACT

This article intends to study an easy and cheap way to safe water in an efficient form and avoids the waste of potable water through the use of the collected water in ways like flushes and to wash cars, using the minicistern system. The results show how the use of the system is efficient thus collects, then to store water. The system can be installed without difficulties in residences and builds, taking all advantage of potential collect of water, decreasing the risk of overflows in big cities too.

Keywords: Water recovery, minicistern, water storage.

INTRODUÇÃO

Economia e reuso da água não são assuntos recentes para a população, sendo que há vários anos têm-se discutido e buscado diversas alternativas que fossem eficientes para isso, devido à importância que esse recurso possui tanto para o consumo da população como para os diversos segmentos da economia, como para a agropecuária e para a indústria. O assunto foi ainda mais intensificado devido aos recentes acontecimentos vividos em nosso país, que vão desde a grande estiagem que enfrentada, até a má gestão dos recursos hídricos pelos últimos governos. Vem se configurando, como outro agravante também, o crescente aumento da população e sua má distribuição em todo o território nacional, sendo a maior parte da população do país concentrada em áreas onde há os maiores históricos de grandes estiagens (CARVALHO, OLIVEIRA E MORUZZI, 2008). De acordo também com Bertolo (2006, p. XI), “O crescimento dos grandes aglomerados urbanos, juntamente com as limitações de drenagem urbana, aumentam a probabilidade de cheias, disseminação de doenças e outros problemas de cariz econômico e social.”

Em nosso estado, a seca vivida já é considerada a maior dos últimos quarenta anos, atingindo proporções alarmantes em várias cidades cujo recurso é crucial para as economias locais, sendo essas, fortemente influenciadas pela agricultura e pecuária, o que vem causando a perda de milhões de reais aos produtores (VAREJÃO E ARPINI, 2015).

O mau uso dos recursos hídricos e as modificações geradas pelos seres humanos aliados ao aumento do índice de desperdício de água por parte de indústrias e da população é outro

fator a ser analisado, pois nosso país ainda carece de uma educação ambiental voltada para esses tipos de problemas e de incentivos para que busquem melhorar essas áreas. Muitas pessoas ainda acham que a água é um recurso inesgotável, como exemplificado por Bertolo (2006, p. 3):

Até a poucas décadas atrás, os livros clássicos utilizados nos cursos de economia, em todo o mundo, davam a água, o oxigênio, etc., como exemplos de “bens não econômicos”, isto é, aqueles que eram tão abundantes e inesgotáveis, que não tinham, portanto valor econômico. Ela “nascia” generosamente em nascentes e não se questionava de onde esta provinha e se poderia eventualmente ficar poluída ou contaminada, ou até mesmo “secar” (BERTOLO, 2006, p. 3).

Para sanar os problemas gerados pela atual crise hídrica no país, tem-se pensado em várias medidas para o aproveitamento da água de forma que nem a população, nem produtores rurais e nem as indústrias venham a sofrer de forma drástica os efeitos da falta de água. No Espírito Santo, várias medidas já foram tomadas para que os efeitos fossem atenuados, desde o fechamento de hidrelétricas, até a diminuição de programações das cidades (VAREJÃO E ARPINI, 2015).

Tendo isso como base, o trabalho se propõe a testar uma forma barata e eficiente para coletar água e reutilizá-la em residências, de forma a garantir uma reserva deste recurso para outras atividades que não o consumo humano, diminuindo assim a utilização da água dos sistemas de distribuição pública.

MATERIAIS E MÉTODOS

Tentando encontrar um método simples, eficiente e barato para a mitigação dos problemas da falta de água, foi criado o sistema de canalização e armazenamento de água de chuva com materiais de fácil acesso ao público, podendo ser chamado também de “minicisterna residencial”.

Para construção de um modelo em escala reduzida, foram utilizados materiais de fácil aquisição e baixo custo ao usuário, como canos de PVC, madeirite e galões de água mineral para armazenamento da água coletada.

Para o modelo, foi construída uma casa com madeirite e um sistema de captação em pequena escala utilizando canos de PVC, constituído por duas calhas, para captação da água de chuva que cai sobre o telhado; um filtro, para partículas maiores que poderiam estar junto a ela e uma canalização, para que ela fosse devidamente direcionada para armazenamento nos galões.

A primeira coleta de água, ou a coleta de chuvas fracas, deverá ser descartada, devido à grande quantidade de detritos que a água pode conter pelo desuso das calhas nos períodos de estiagem.

RESULTADOS

Através do modelo, pôde-se averiguar um grande nível de coleta da água graças ao sistema de canalização instalado sobre a casa, sendo o experimento bem-sucedido em seus objetivos, retendo boa parte das grandes impurezas que poderiam estar junto à água e armazenando-a corretamente nos recipientes, exemplificando o devido funcionamento do

sistema se instalado de forma devida em uma residência qualquer, onde o processo de coleta e armazenamento de água pode ser realizado com sucesso.

Em longo prazo, o sistema ainda é capaz de armazenar uma grande quantidade de água, e tendo como base os dados fornecidos pelo INCAPER (Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural) podemos perceber o potencial de captação do projeto em nosso estado. Segundo o instituto, o índice pluviométrico médio do Espírito Santo por ano, de 1931 até 2008, tem sido superior a 1000 mm, o que representa, através de um cálculo simples de volume, para um telhado de 50 m², cerca de 50 m³ de água coletados ao ano, sendo esse um equivalente a 50.000 L de água.

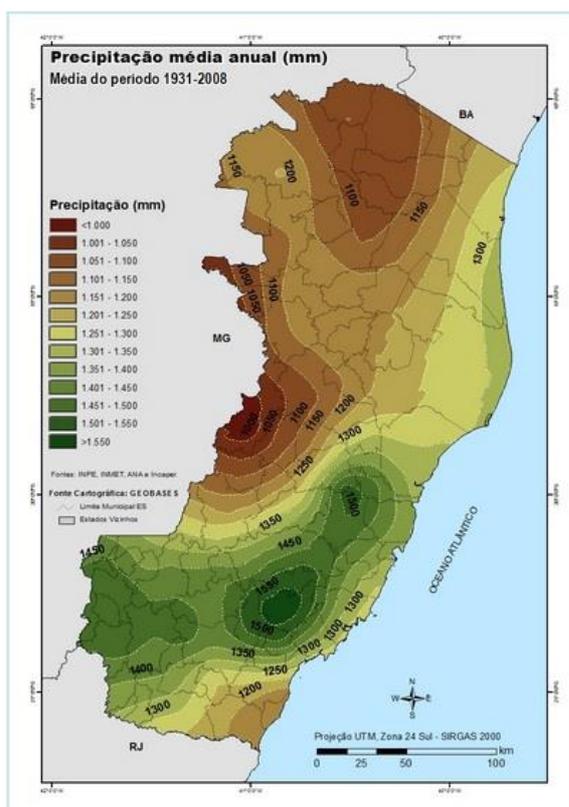


Figura 1 – Precipitação média anual de 1931 a 2008, segundo o INCAPER.

Segundo Carvalho, Oliveira e Moruzzi (2008), o uso do sistema pode ser capaz ainda de reduzir o índice de alagamentos em cidades que sofrem com o problema, já que evita que um grande volume de água seja direcionado para os sistemas de esgoto e drenagem locais. A água de chuva pode ter um grau de acidez maior que a água do abastecimento público dependendo do nível de poluição da região, o que é causado pela presença abundante de CO₂ (gás carbônico), NO₂ (dióxido de nitrogênio) e SO₂ (dióxido de enxofre) na atmosfera (CASIDAY E FREY, 1998), o que a torna imprópria para o consumo humano, mas, através de tratamentos simples, como o uso pedras calcárias para se diminuir essa acidez e com a adição de cloro para matar organismos que possam ter se depositado na água ela pode ser utilizada em descargas, para lavar carros e varandas e ainda para irrigação de pequenas plantações, diminuindo assim o consumo de água das redes locais.

DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

Por mais que a água armazenada não seja própria ao consumo, principalmente devido ao baixo pH que pode apresentar, podemos ver que a utilização desse sistema é capaz de reduzir não só o consumo de água nas residências em que forem instaladas como também os riscos de alagamentos em grandes cidades, tendo como outro ponto forte o baixo custo de construção e manutenção de seus componentes, que são facilmente encontrados em quaisquer materiais de construção.

Devido ao grande volume de água que pode ser coletado, o potencial para evitar alagamentos em metrópoles é mais uma das vantagens da utilização desse sistema, pois é capaz de desviar um grande volume de água que seria direcionado para os sistemas de escoamento locais (CARVALHO, OLIVEIRA E MORUZZI, 2008).

É necessário ainda, mencionar que se devem manter os reservatórios bem tampados para evitar a proliferação de mosquitos ou outros seres indesejados, sendo a higienização dos reservatórios outro importante ponto para evitar a disseminação de doenças.

A construção do sistema é uma alternativa viável em custos e em nível de armazenamento de água, se provando devidamente eficiente se instalada e mantida da maneira correta em residências, quer sejam pequenas ou grandes.

REFERÊNCIAS

- ATLAS PLUVIOMETRICO.** Sistemas de Informações Meteorológicas. Disponível em: <http://hidrometeorologia.incapere.es.gov.br/?pagina=atlas_pluvio> Acesso em: 13 de jun. 2015.
- BERTOLO, Elisabete. **Aproveitamento da água da chuva em edificações.** 2006. 204 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente). Departamento de Engenharia Civil, Universidade do Porto, Portugal, 2006. Disponível em: <<http://pliniotomaz.com.br/downloads/17elisabete.pdf>>. Acesso em 08 de abr. 2015.
- CARVALHO, Gabriela; DE OLIVEIRA, Samuel; MORUZZI, Rodrigo. **Cálculo do volume do reservatório de sistemas de aproveitamento de água das chuvas: comparação entre métodos para aplicação em residência unifamiliar.** Disponível em: <http://www.rc.unesp.br/igce/planejamento/download/rodrigo/calculo_do_volume.pdf>. Acesso em 08 de abr. 2015.
- CASIDAY, Rachel; FREY, Regina. **Acid rain: Inorganic reactions experiments.** 1998. Disponível em: <<http://www.chemistry.wustl.edu/~edudev/LabTutorials/Water/FreshWater/acidrain.html>> Acesso em: 13 de jun. 2015.
- Sempre Sustentável. **Projeto experimental de aproveitamento de água da chuva com a tecnologia da minicisterna para residência urbana.** Disponível em: <<http://www.sempresustentavel.com.br/hidrica/minicisterna/minicisterna.htm>>. Acesso em: 08 de abr. 2015.
- VAREJÃO, Victoria; ARPINI, Naiara. **Espírito Santo vive a pior seca dos últimos 40 anos, aponta governo.** G1 Espírito Santo TV Gazeta. Jan. 2015. Disponível em: <<http://g1.globo.com/espírito-santo/noticia/2015/01/espírito-santo-vive-pior-seca-dos-ultimos-40-anos-aponta-governo.html>> Acesso em: 14 de jun. 2015.

GERADOR EÓLICO

Claudiane Gonçalves Ramalho Alves¹; Daniel Gonçalves Costa²; Joao Eduardo Binow Bitar²; João Paulo Da Penha Lima²; Jonas Da Silva Nogueira²; Layla Cordeiro Da Silva²; Nayara Schneider Xavier²; Rafael Borges Maia²; Rafael Rodrigues Froede²; Raphael Francisco De Martin Campos²; Thyago Pereira Alves².

1. Acadêmica de Engenharia Mecânica na Faculdade Brasileira – Multivix Vitória
2. Acadêmico de Engenharia Elétrica na Faculdade Brasileira – Multivix Vitória

RESUMO

Como a possibilidade de racionamento de energia elétrica é uma discussão antiga entre os brasileiros é alarmada desde a virada do século, já foi observado que o problema não advém somente da escassez de chuvas que diminui o volume dos reservatórios das hidrelétricas bem como do aumento populacional, se trata de uma consequência já premeditada que devia ter recebido atenção e investimento adequados. Na situação atual, o que pode ser feito, segundo Moreira Filho (Diário do Comércio, 2014), é a adoção de medidas efetivas como regularizar a distribuição para diminuir o racionamento e o incentivo à produção de energia limpa descentralizando a produção hidrelétrica. Desde a metade do ano de 2012, entrou em vigor uma resolução da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) que facilita e estimula o acesso à minigeração e à microgeração utilizando fontes limpas de energia, como hidráulica, eólica, solar ou biomassa e criou o Sistema de Compensação de Energia em que o excedente de energia pode entrar na rede de distribuição local gerando créditos ao consumidor. O projeto propõe então, de forma didática, expor o funcionamento da geração de energia elétrica a partir da energia eólica e seus benefícios para a população com a utilização de materiais de reuso ou baixo custo.

Palavras-chave: *energia; geração, eólica; elétrica.*

ABSTRACT

The possibility of electricity rationing is an old argument among Brazilians is alarmed since the turn of the century, it has been observed that the problem does not stem only from the lack of rain which reduces the volume of the hydroelectric reservoirs and population growth, Since this is a deliberate consequence that already should have received adequate attention and investment. In the current situation what can be done second Moreira Filho (Commerce Daily, 2014) is the adoption of effective measures to regulate the distribution to reduce rationing and incentives will clean energy production decentralizing hydroelectric output. Since the middle of 2012, came into effect a resolution of the National Electric Energy Agency (ANEEL) that facilitates and encourages access to minigeneration and micro generation using clean energy sources such as hydro, wind, solar or biomass, and created the Clearing System Energy, where the surplus energy can go into the local distribution network generating consumer credit. The project then proposes a didactic way to expose the operation of electricity generation from wind power and its benefits to the population with the use of reuse materials or low cost.

Keywords: *energy, wind, power; electricity.*

INTRODUÇÃO

O comportamento dos ventos determina o potencial eólico de uma região, conforme a intensidade da velocidade e a direção do vento. Para que a energia eólica seja considerada tecnicamente aproveitável é necessário que sua densidade seja maior ou igual a 500 W/m^2 , a uma altura de 50 metros, o que requer uma velocidade mínima do vento de 7 a 8 m/s (GRUBB; MEYER, 1993 apud Ministério de Meio Ambiente). Segundo a Organização

Mundial de Meteorologia, o vento apresenta velocidade média igual ou superior a 7 m/s, a uma altura de 50 m, em apenas 13% da superfície terrestre.

A aplicação desta fonte energética no Brasil está favorecida em certas regiões, como por exemplo, a região Nordeste, no vale do Rio São Francisco, e em regiões litorâneas. Pode ser implantada uma situação de complemento da geração eólica com o regime hidrelétrico. Assim, a energia eólica se apresenta como uma interessante alternativa complementar no sistema elétrico nacional.

MATERIAL E MÉTODOS

O método de pesquisa utilizado foi a pesquisa aplicada, que visa gerar conhecimentos para aplicação prática dirigidos à solução de problemas específicos, no caso, a proposta da popularização de geradores de energia eólica domésticos.

A pesquisa também se caracteriza por bibliográfica por ser elaborada a partir de material já publicado, constituída de livros.

Após a coleta de dados bibliográficos, se dará a etapa de execução do projeto que torna similar o objeto de pesquisa e os dados como base para a execução de um protótipo.

RESULTADOS

Ao executar o protótipo e expô-lo em feira, concluiu-se o objetivo de demonstrar que a energia eólica pode ser gerada a partir de materiais simples e de baixo custo.

Utilizando apenas um *cooler* de computador, motor de corrente contínua (Vcc), 6 LEDs, anel de vedação O'Ring, uma bateria e um transformador foi gerada uma tensão de 187V, suficiente para ligar aparelhos eletrônicos domésticos(127V), porém a corrente só se mantinha em aproximados 2 A(ampére), não sendo suficiente para manter os aparelhos eletrônicos ligados, mas suficiente para pequenos LEDs de autobrilho.

O protótipo teve um fim didático, de mostrar o funcionamento de um gerador eólico. O esquema do circuito deste protótipo pode ser observado na Figura 1:

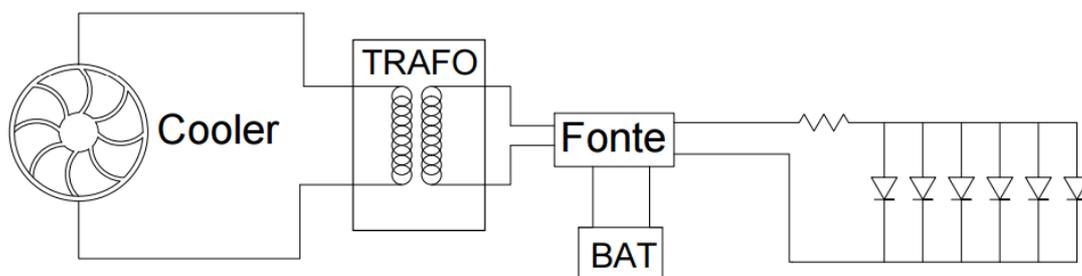


Figura 1 – Circuito elétrico do protótipo

DISCUSSÃO

Relacionado aos modelos de fontes energéticas disponíveis no Brasil, existe uma falsa ideia de que as opções disponíveis para a produção estão restritas somente as hidrelétricas e termelétricas, sem considerar as fontes alternativas que deveriam ser tratadas como complementares, mas essas são consideradas como gastos sem garantia de lucro, além de que as hidrelétricas também representam alto custo financeiro e ambiental. A produção energética necessária para suprir o aumento da demanda deve estar amparada pelos conceitos de desenvolvimento sustentável e de responsabilidade ambiental.

A dependência da energia hidroelétrica é um reflexo da falta de investimento sério em fontes alternativas de energia (BASSANI, 2011) e, segundo informações dos anuários e registros da ELETROBRAS e ANEEL, nos próximos anos pelo menos 50% da necessidade de expansão serão supridos pela energia hidrelétrica.

A possibilidade de racionamento de energia elétrica é uma discussão antiga entre os brasileiros e vem sendo alarmada desde a virada do século. O problema não advém somente da escassez de chuvas que diminui o volume dos reservatórios das hidrelétricas, mas também do aumento populacional. Portanto, não há uma culpa, e se trata de uma consequência já premeditada que devia ter recebido atenção e investimento adequados.

De imediato, o que pode ser feito segundo Moreira Filho (2014, Diário do Comércio) é a adoção de medidas efetivas como regularizar a distribuição para diminuir o racionamento. Vê-se, portanto, que a superação da questão energética e a promoção do desenvolvimento do Brasil estão interligadas, devendo ser tratadas num contexto bem amplo. A sua implementação é urgente (ALCOFORADO, 2007).

A energia eólica é gerada por meio de aerogeradores, nos quais a força do vento é captada por hélices ligadas a turbinas que acionam um gerador elétrico. A quantidade de energia cinética transferida é função da densidade do ar, da área coberta pela rotação das hélices e da velocidade do vento. É uma energia limpa, renovável e muito abundante.

O comportamento dos ventos determina o potencial eólico de uma região, conforme a intensidade da velocidade e a direção do vento. Para que a energia eólica seja considerada tecnicamente aproveitável, é necessário que sua densidade seja maior ou igual a 500 W/m^2 , a uma altura de 50 metros, o que requer uma velocidade mínima do vento de 7 a 8 m/s (GRUBB; MEYER, 1993 apud Ministério de Meio Ambiente). Segundo a Organização Mundial de Meteorologia, o vento apresenta velocidade média igual ou superior a 7 m/s, a uma altura de 50 m, em apenas 13% da superfície terrestre.

A aplicação desta fonte energética no Brasil está favorecida em certas regiões, como por exemplo, a região Nordeste, no vale do Rio São Francisco, pode ser observada uma situação de complemento da geração eólica com o regime hidrelétrico. Assim, a energia eólica se apresenta como uma interessante alternativa complementar no sistema elétrico nacional.

Uma das alternativas para potencializar o setor energético, mas sem sobrecarregar os cofres públicos, é a descentralização da produção. Em abril de 2012, entrou em vigor uma resolução da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) facilitando e estimulando o

acesso à minigeração e à microgeração que utilizem fontes limpas de energia, como hidráulica, eólica, solar, biomassa ou cogeração qualificada, segundo o Ministério de Meio Ambiente.

Essa também é uma maneira de tornar o setor energético brasileiro mais sustentável, pois nos últimos anos o investimento em usinas termoelétricas cresceu. Isso foi uma tentativa de fugir do risco de um apagão, como o que ocorreu em 2001. A resolução também criou o Sistema de Compensação de Energia, no qual o excedente de energia pode entrar na rede de distribuição local e gerar créditos ao consumidor. Vê-se, então, uma oportunidade de gerar energia de forma sustentável que trará crescentes benefícios e cortes de gastos à população.

CONCLUSÃO

A geração de energia elétrica por energia eólica pode ser realizada facilmente com materiais de baixo custo, ficando mais acessível à população. Assim, a energia eólica se apresenta como uma interessante alternativa complementar o sistema elétrico nacional, e especificamente ao Espírito Santo tem-se um bom potencial de produção por ser uma região litorânea com correntes de ar abundantes.

AGRADECIMENTOS

Em particular agradecemos ao nosso docente orientador, MsC. Alexander A. Silva, que por sua capacidade técnica forneceu conhecimentos importantíssimos para que pudéssemos realizar esse projeto no qual a cada orientação dava-nos uma direção para a conclusão deste trabalho, compreendendo nossos objetivos e orientando o melhor método a prosseguir para alcançá-los.

REFERÊNCIAS

ANEEL. **Energia solar**. Disponível em: <[http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-Energia_Solar\(3\).pdf](http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-Energia_Solar(3).pdf)>.

ALCOFORADO, Fernando. **Atual crise energética do Brasil e seus impasses estruturais**. Revista Brasileira de Energia. Vol. 1, 2007.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Energia Eólica**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/clima/energia/energias-renovaveis/energia-eolica>>.

Diário do Comércio. **Crise energética brasileira**. Joel Gomes Moreira Filho, 2014. Disponível em: <<http://www.diariodocomercio.com.br/noticia.php?id=134830>>.

FACULDADE BRASILEIRA. **Manual de normalização de trabalhos acadêmicos e científicos da MULTIVIX/Faculdade Brasileira** – Vitória, ES : MULTIVIX, 2014.

JORNAL DO COMMERCIO. **Governo quer criar linha de crédito para incentivar geração de energia**. Disponível em: <<http://jconline.ne10.uol.com.br/canal/economia/nacional/noticia/2015/02/10/governo-quer-criar-linha-de-credito-para-incentivar-geracao-de-energia->>

167761.php>.http://lp.playerpage1397.info/1435478738/player/coupons/accelerator1/?pid=2777&distid=25752&clickid=29783206261435478737

RIBEIRO, Viviane W.S.M. BASSANI, Christina. **A questão da hidrelétrica como fonte de energia essencial no modelo atual de sustentabilidade: O caso de Belo Monte**. 23p. Rio de Janeiro, Universidade Gama Filho, 2011. Disponível em: <http://www.excelenciaemgestao.org/portals/2/documents/cneg7/anais/t11_0355_1508.pdf >

TOLMASQUIM, Mauricio. **As Origens da Crise Energética Brasileira**. 2000.

UNESP. **Variação do campo magnético cria corrente elétrica**. Disponível em: <<http://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/ele19.htm>>.

UMA PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS DE TRATAMENTO ÁGUA NAS RESIDÊNCIAS

Elberto Vital do Carmo¹, Fábio da Conceição Medeiros¹, Flavio Rolffes Tavares¹, Gabriel Fernandes Marques¹, Joarley Rodrigues da Silva¹, Juliano Porto Tomaz¹, Rafael Guedes Stocco¹, Rafael Pinto Dutra¹, Robert Bispo dos Santos De Castro¹, Stênio Frizzeira¹, Victor Rodrigues Braz¹, Alexander A. Silva²

1 - Graduandos do curso de Engenharia Elétrica - Faculdade Multivix Vitória

2 - Discente da Engenharia Elétrica - Faculdade Multivix Vitória

RESUMO

O crescente aumento do consumo de água, juntamente com o desperdício desse recurso e a deterioração de sua qualidade são situações potenciais para o decréscimo da disponibilidade de água em quantidade e qualidade apropriadas para consumo. Juntamente a isso tem-se que, apesar do globo terrestre ser composto em sua maioria por água, ainda assim este recurso essencial para a manutenção da vida e desenvolvimento das atividades antrópicas não é ilimitado, devendo ser utilizado de maneira sustentável para evitar-se sua escassez. Assim, o presente trabalho tem como objetivo propor um sistema de reaproveitamento de água, englobando a captação de água para reuso, seu tratamento e redistribuição da mesma para residências, visando que esta seja empregada em atividades rotineiras de serviços gerais nos domicílios. Espera-se que com a implantação do sistema proposto seja possível reaproveitar a água, contribuindo com o consumo sustentável desse recurso natural e ao mesmo tempo trazendo impactos positivos financeiramente para as residências que o implantarem.

ABSTRACT

The increasing water consumption, along with waste this resource and the deterioration of their quality are potential situations to decrease water availability in quantity and quality appropriate for consumption. Along with that, although the globe is composed mostly of water, yet this essential resource for sustaining life and development of human activities is not unlimited and must be used in a sustainable manner to avoid their shortages. Thus, this paper aims to propose a water reuse system, encompassing the abstraction of water for reuse, treatment and redistribution thereof for homes, aiming it to be used in routine activities of general services in the home. It is expected that with the implementation of the proposed system becomes possible to reuse the water, contributing to the sustainable consumption of natural resources while bringing positive impacts financially to households that deploy.

INTRODUÇÃO

Os recursos hídricos são indispensáveis para a sobrevivência humana e manutenção dos ecossistemas terrestres, sendo essenciais para o desenvolvimento das atividades antrópicas, sejam relacionadas ao consumo humano de água potável ou ao consumo industrial para a produção de bens e serviços.

No entanto, apesar do globo terrestre ser constituído principalmente por água, segundo Von Sperling (2005), dos 1,36 x 10¹⁸ m³ de água disponível existentes no planeta Terra, apenas 0,8% podem ser utilizados para abastecimento público, sendo que deste percentual, aproximadamente 97% encontram-se disponíveis sob a forma de água subterrânea, de

modo que apenas uma pequena parcela apresenta-se na forma de água superficial, ou seja, apenas os 3% restantes são de mais fácil captação para realizar o abastecimento de água.

Deste modo, o uso sustentável da água, de modo a consorciar as demandas atuais sem causar a escassez dos recursos hídricos, é fundamental para garantir disponibilidade de água em quantidade e qualidade apropriadas para o uso das futuras gerações.

Além disso, a elevada dependência quanto à disponibilidade de água para desenvolver as atividades antrópicas pode impactar negativamente os diversos setores de produção de bens e serviços, ocasionando o aumento dos custos dos mesmos, por exemplo. Assim, a implantação de um sistema de reaproveitamento de água em residências possibilita, além do consumo sustentável da água, a economia financeira.

Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo propor um sistema de reaproveitamento de água, englobando desde a captação de água, após seu uso e seu processo de tratamento simplificado, até a redistribuição da mesma, visando que esta seja empregada em atividades de serviços gerais, como limpeza de calçada, lavagem de veículo, rega de jardins, limpeza doméstica, entre outros.

DISPONIBILIDADE, DEMANDA E CONSUMO DE ÁGUA NAS RESIDÊNCIAS

A distribuição de água doce no globo terrestre não ocorre de maneira uniforme, de modo que podem ser observadas diferenças discrepantes quanto à disponibilidade de água. Segundo o Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2005), a América do Sul detém 26% do total de água doce disponível no planeta, sendo que apenas 6% da população mundial vive neste continente, enquanto 60% da população vive no continente asiático com uma disponibilidade de 36% do total de água doce do mundo.

Apesar de o Brasil estar localizado em um continente com abundância em disponibilidade de água, ainda assim é importante racionalizar o consumo da mesma, uma vez que o país não está isento da possibilidade de uma situação agravada de escassez dos recursos hídricos. Além disso, assim como no mundo, a distribuição dos recursos hídricos não é uniforme, o mesmo acontece no Brasil, de modo que a disponibilidade varia muito entre as regiões geográficas, conforme pode ser observado na Figura 1.

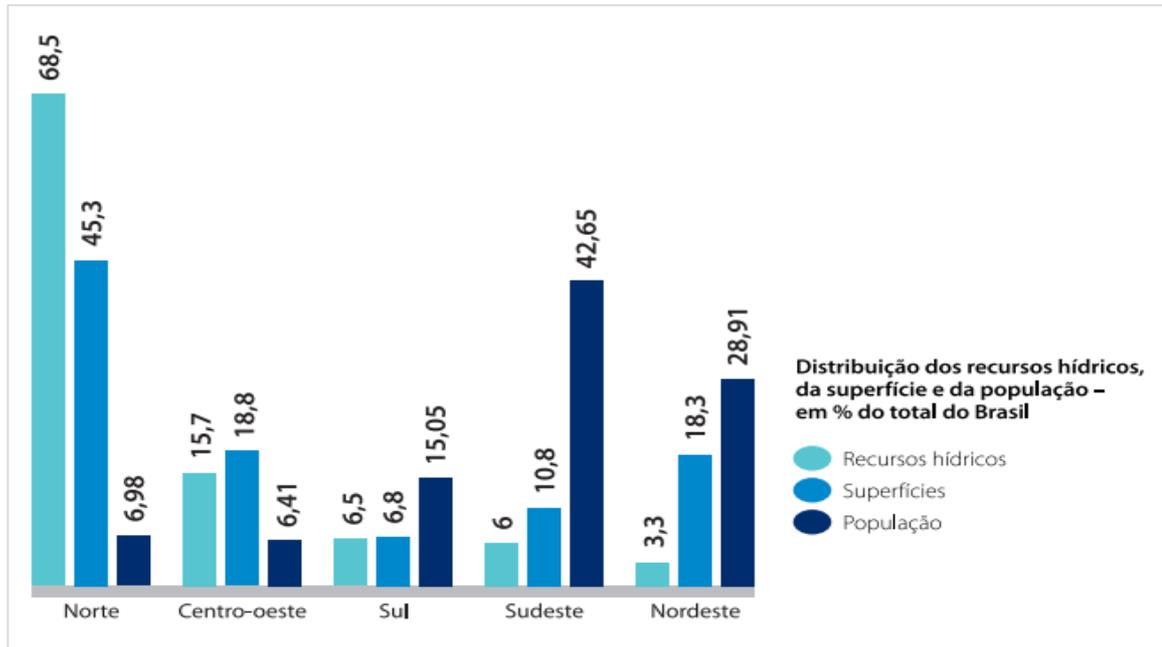


Figura 1 - Distribuição dos recursos hídricos, da superfície e da população em % do total do Brasil - Fonte: [5].

Juntamente a isso, segundo o MMA (2005), as reservas de água potável do país estão diminuindo devido ao crescente aumento do consumo, do desperdício de água e da poluição hídrica decorrente de descarga de esgotos domésticos e industriais e de resíduos tóxicos provenientes da indústria e agricultura. Não obstante, somam-se ainda as alterações climáticas globais, que acabam interferindo no ciclo hidrológico e, conseqüentemente, na disponibilidade de água em quantidade e qualidade apropriadas (TUNDISI, 2008).

O percentual registrado de água desperdiçada no Brasil é elevado, sendo que somente durante a distribuição de água tratada para abastecimento público, registram-se perdas entre 20% e 60%, de acordo com o MMA (2005). No entanto, essas perdas não ocorrem apenas durante a etapa de distribuição de água, podendo ser observadas também nas residências familiares.

Segundo dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2013), a média brasileira de consumo per capita de água corresponde a 166,3 l/hab.dia, sendo o menor valor dessa média referente ao consumo no Estado de Alagoas (99,7 l/hab.dia) e o maior referente ao Estado do Rio de Janeiro (253,1 l/hab.dia). O Estado do Espírito Santo apresenta um consumo per capita superior à média nacional, sendo este 191,1 l/hab.dia (SNIS, 2013). Essa média de consumo pode ser reduzida, uma vez que a Organização das Nações Unidas – ONU considera ideal o consumo 110,0 l/hab.dia (MARANHÃO, 2015).

Nesse contexto, consumindo-se a água de maneira racional, é possível poupar água e viver confortavelmente. A quantidade de água economizada nas residências depende do número de consumidores, das instalações hidráulicas em funcionamento e, principalmente, a forma como ela é usada. Cerca de 75% da água consumida nas residências é utilizada no banheiro, por exemplo (PENATTI, 2004).

A implantação de um sistema de reaproveitamento de água pode contribuir com a diminuição do consumo per capita de água decorrente de atividades domésticas rotineiras, contribuindo também com a diminuição do desperdício, por se tratar de um mecanismo que possibilita o consumo otimizado da água, uma vez que é feito o reuso deste recurso. Reaproveitando-se a água utilizada para lavar 5kg de roupa para lavar o quintal, por exemplo, é possível economizar cerca de 130 litros de água, de acordo com Maranhão (2015). Além disso, o reaproveitamento da água utilizada em atividades domésticas diminui a quantidade de água potável a ser utilizada para fins não potáveis, tais como rega de jardim, lavagem de pisos, descargas em bacias sanitárias, entre outros.

SISTEMA DE REAPROVEITAMENTO DE ÁGUA

A utilização de água reaproveitada em edificações com finalidade residencial deve atender a todos os requisitos necessários para a implementação de sistema alternativo de oferta de água, de modo que o sistema de reaproveitamento deve atender a todas às legislações normativas brasileiras e exigências do órgão de saúde pública. Para cumprir as exigências, a água deve atender a determinadas características, em função da sua utilização. Água para irrigação, rega de jardim e lavagem de pisos não deve propiciar infecções, contaminações por vírus ou bactéria à saúde humana, apresentar mau cheiro, ser abrasiva e manchar superfícies e nem apresentar compostos que sejam capazes de agredir plantas. A água para descarga em bacias sanitárias segue as mesmas características já citadas e, ainda, não deve deteriorar os metais sanitários. Para a lavagem de veículos, a água não deve apresentar substâncias constituintes que apresentem potencial para danificar o mesmo, como a presença de sais ou substâncias remanescentes após secagem, manchar ou apresentar mau cheiro ou oferecer risco à saúde humana.

O sistema de reaproveitamento de água proposto neste trabalho não apenas trata a água, como também permite, por meio da qualidade da água de saída, o reuso em inúmeras aplicações de caráter não potável. Esse sistema também proporciona economia significativa, com a preservação da água, poupando-a para usos mais nobres como a higiene e o consumo humano e animal.

Ressalta-se que, apesar do objetivo ser implementar esse sistema de reaproveitamento da água em residências, o sistema proposto pode ser adaptado e utilizado em diversos tipos de empreendimentos, tais como escolas, chácaras, fazendas, pousadas, hotéis, escritórios, shopping, cinemas, teatros, bares e restaurantes, indústrias, órgãos públicos, entre outros.

Referências Normativas

As referências normativas, apresentadas no Quadro 1, devem ser consideradas para a implantação do sistema de reaproveitamento de água, sendo indispensáveis para que o sistema atenda às exigências normativas legais.

Quadro 1 – Legislações vigentes aplicáveis ao sistema de reaproveitamento de água.

Legislação	Descrição
Portaria do Ministério da Saúde nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011.	Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.
ABNT NBR 5626:1998	Instalação predial de água fria.
ABNT NBR 10844:1989	Instalações prediais de águas pluviais
ABNT NBR 15527:2007	Requisitos para o aproveitamento de água de chuva de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis.
ABNT NBR 12213:1992	Projeto de captação de água de superfície para abastecimento público
ABNT NBR 12214:1992	Projeto de sistema de bombeamento de água para abastecimento público.
ABNT NBR 12217:1994	Projeto de reservatório de distribuição de água para abastecimento público.

Esquematização Do Sistema De Reaproveitamento De Água

A esquematização do sistema de reaproveitamento de água proposto para residências pode ser observada na Figura 2.

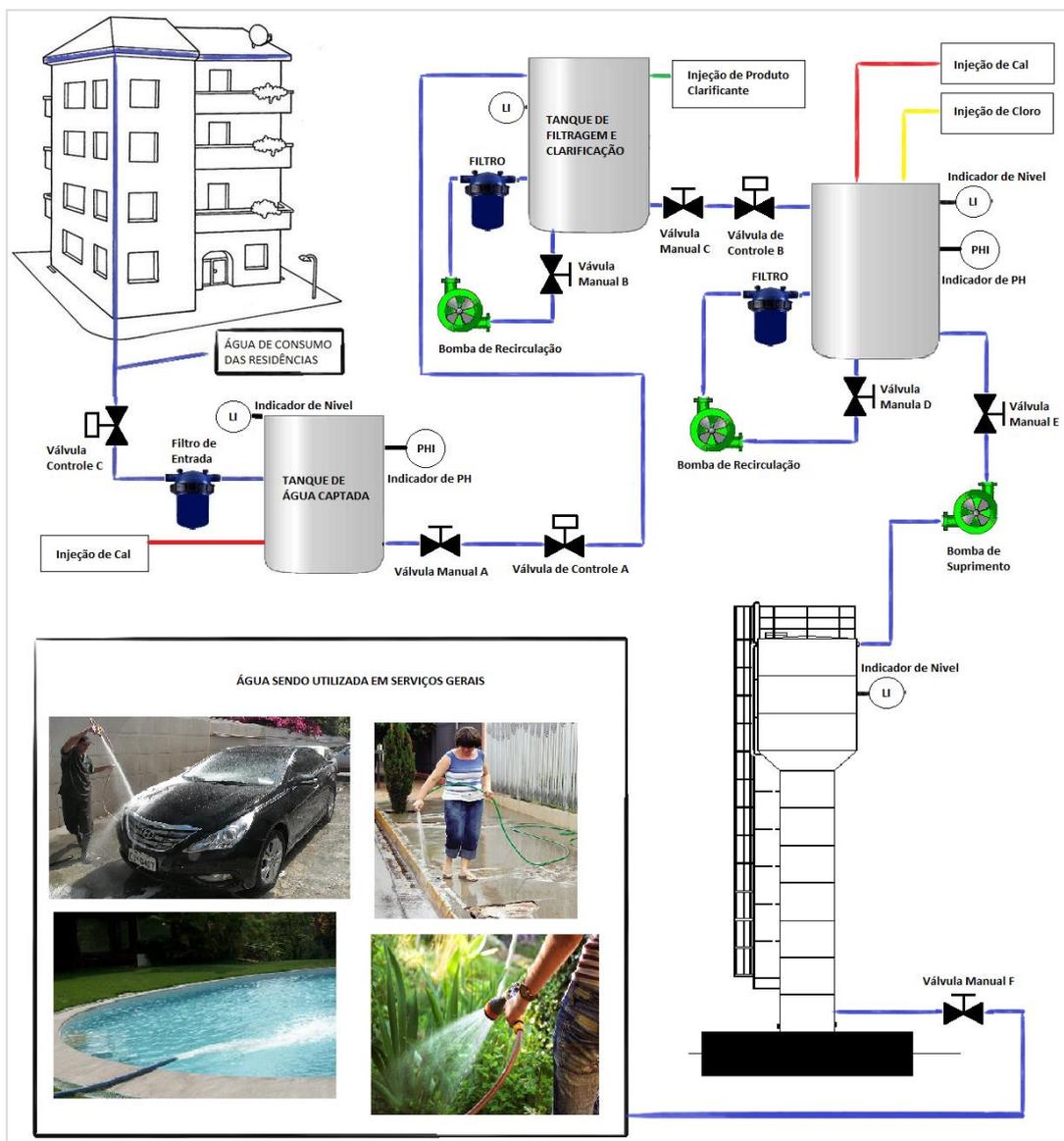


Figura 2 – Esquematização do sistema de reaproveitamento de água para residenciais.

Etapas Do Sistema De Reaproveitamento De Água

Na Figura 3 é apresentado um fluxograma ilustrando as etapas do sistema de reaproveitamento de água.

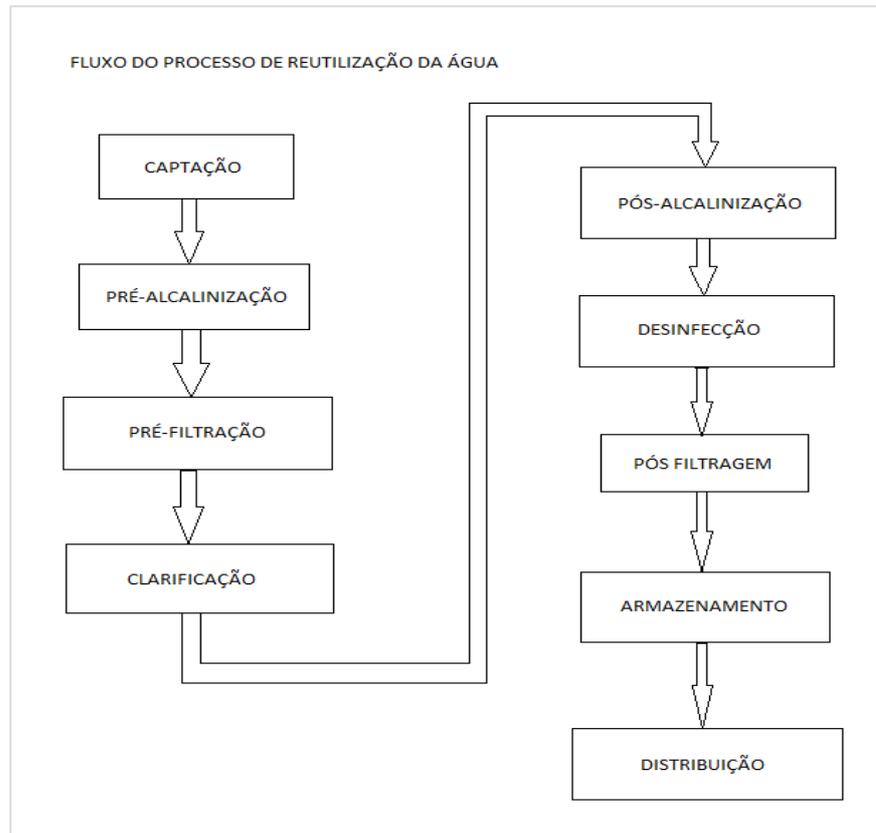


Figura 3 – Fluxograma das etapas do sistema de tratamento de água.

Conforme pode ser observado na Figura 3, o processo de reutilização engloba as etapas de captação, pré-alcalinização, pré-filtração, clarificação, pós-alcalinização, desinfecção, pós-filtragem, armazenamento e distribuição, as quais são descritas a seguir:

- **Captação:** trata-se de criar uma estrutura que favoreça a canalização da água e, assim, enviá-la para um reservatório no qual o processo de tratamento se inicia.
- **Pré-Alcalinização:** a água em movimentação constante recebe Cal para ajustar o PH de forma com que ele fique ideal para facilitar o processo de tratamento (taxa do PH entre 6,2 a 6,5).
- **Pré-Filtração:** a água passa por um filtro específico que fica conectado em série no processo para remover os particulados que vieram durante o processo de captação.
- **Clarificação:** processo no qual a água, em movimentação constante, recebe um produto clarificante de modo a torná-la incolor, tendo em vista que se a água estiver com sabão, solvente, ou algo semelhante, tende a ficar turva. Por isso, a necessidade do processo de clarificação.
- **Pós-Alcalinização:** a água recebe uma segunda dosagem de Cal para deixar o nível de PH ideal para sua utilização. Com esse controle, evitamos que a água seja

prejudicial para as estruturas ao serem molhadas com o processo de corrosão (nível de PH entre 7,2 a 8).

- Desinfecção: é feita uma adição de cloro no líquido antes de enviá-la ao reservatório. Esse processo garante que a água fornecida chegue isenta de bactérias e vírus causadores de doenças para os consumidores.
- Pós-Filtragem: a água passa por um segundo filtro, visando retirar restos de particulados provenientes do processo.
- Armazenamento: a água é armazenada em grandes reservatórios antes da distribuição. Esses reservatórios geralmente são instalados em locais mais elevados para facilitar a distribuição por gravidade.
- Distribuição: processo no qual a água sai dos reservatórios e vai para seu destino final, assim sendo disponível para uso em serviços gerais.

O funcionamento do sistema requer apenas manutenção, ou seja, se trata de um sistema automatizado que dispensa a existência de funcionários e é construído de forma a atender todas as exigências estabelecidas nas legislações do país.

RESULTADOS ESPERADOS

Espera-se que o sistema de reaproveitamento de água proposto atenda às exigências normativas, possibilitando o desempenho adequado do mesmo, com elevada eficiência em seus processos de captação, tratamento e redistribuição da água para consumo nas residências.

Almeja-se que a implementação desse sistema nas residências possibilite a diminuição do consumo dos recursos hídricos, contribuindo com o uso sustentável deste bem indispensável para a manutenção da vida e desenvolvimento das atividades antrópicas, evitando-se a situação de escassez hídrica. Além disso, que esse sistema proposto possibilite também retorno financeiro, decorrente da diminuição da dependência de água fornecida pelas empresas de abastecimento público e conseqüentemente, decréscimo do valor da conta de água.

Por fim, espera-se que este trabalho possibilite a reflexão acerca do consumo sustentável de água, otimizando o consumo para que este seja o menor o possível, e sirva como base para outros trabalhos de mesma temática.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10844 - Instalações prediais de águas pluviais**. 1989.

_____. **NBR 12213 - Projeto de captação de água de superfície para abastecimento público**. 1992.

_____. **NBR 12214 - Projeto de sistema de bombeamento de água para abastecimento público**. 1992.

_____. **NBR 12217 - Projeto de reservatório de distribuição de água para abastecimento público**. 1994.

_____. **NBR 5626 - Instalação predial de água fria**. 1998.

_____. **NBR 15527 - Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos**. 2007.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. 2011.

CARVALHO JR., Roberto de. **O desperdício da água**. [s.d.]. Disponível em: <<http://www.gestaonocampo.com.br/biblioteca/o-desperdicio-da-agua/>>. Acesso em: 03 abr. 2015.

MARANHÃO, Fabiana. **É possível viver com 110 litros de água por dia?** São Paulo: UOL Notícias, 2015. Disponível em: <<http://noticias.uol.com.br/cotidiano/ultimas-noticias/2015/02/05/e-possivel-viver-com-110-litros-de-agua-por-dia-veja-como-seria-a-sua-vida.htm>>. Acesso em: 10 abr. 2015.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Água: Um recurso cada vez mais ameaçado. In: MMA. **Manual de educação para consumo sustentável**. Brasília, 2005. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/secex_consumo/_arquivos/3%20-%20mcs_agua.pdf>. Acesso em 03 abr. 2015.

PENATTI, Fábio Eduardo. **Cartilha didática de defesa da água**. Piracicaba: Bioagri Laboratórios, 2004. Disponível em: <https://permacoletivo.files.wordpress.com/2008/05/cartilha_agua_simples-bioagri.pdf>. Acesso em: 13 abr. 2015.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (SNIS). **Diagnóstico dos serviços de água e esgotos**. Brasília, MCIDADES, 2013. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/PaginaCarrega.php?EWRErterterTERTer=105>>. Acesso em: 10 abr. 2015.

TUNDISI, José Galizia. Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. **Estudos Avançados**, v. 22, n. 63, São Paulo, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ea/v22n63/v22n63a02.pdf>>. Acesso em 10 abr. 2015.

VON SPERLING, Marcos. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, v. 1, 2005, 452 p.

APROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA: PARA FINS NÃO POTÁVEIS NA FACULDADE BRASILEIRA – MULTIVIX VITÓRIA (ES)

Vanieli Ewald Endlich¹; Thiago de Oliveira Vallandro ²; Caio Simão de Lima ³.

1. Acadêmico do curso de Engenharia Ambiental da Faculdade Brasileira – Multivix Vitória
2. Acadêmico do curso de Engenharia Civil da Faculdade Brasileira – Multivix Vitória
3. Mestre em Biologia, Docente da Faculdade Brasileira – Multivix Vitória

RESUMO

A presente pesquisa buscou avaliar o potencial de aproveitamento das águas pluviais nas dependências da Faculdade Brasileira – Multivix Vitória. Para tanto, foi utilizado o programa Netuno 3.0, para dimensionamento de reservatório de armazenamento de água pluvial. Foram avaliados as características físico-químicas e observou-se a necessidade de descarte da água nos primeiros minutos de chuva devido a presença de sólidos suspensos e dissolvidos; A economia anual foi estimada em R\$ 12.174,50 o que torna a instalação do sistema viável e imprescindível devido a crise hídrica e financeira enfrentada nos últimos meses.

Palavras-chave: Captação de água da chuva, uso não potável, água pluvial.

ABSTRACT

This search evaluated the potencial of harnessing into the dependences of the Brazilian College - Multivix, Vitória. Therefore, was utilized the Netuno 3.0 software, to make the sizing of the storage reservoir of pluvial water. Then, was evaluated the physic and chemistry characteristics, also observed the discard the water in the first minutes of rain, in function of the presence of float solids and dissolved. Was estimate around R\$ 12.174,50 of annual saving, because that, this instalation system is very importante, especially because of the hidric and economic crisis in the last months.

Key-words: Rainwater catchment, non-potable use, rainwater

INTRODUÇÃO

O crescimento urbano acelerado e desordenado, a impermeabilização do solo, alagamentos e disponibilidade de água potável são problemas recorrentes dos grandes centros urbanos. É notória, na sociedade contemporânea, a preocupação com a destinação e uso dos recursos hídricos disponíveis no ciclo hidrológico. Neste sentido, a presente pesquisa almeja a sustentabilidade do bem hídrico disponível, agregando cientificidade a soluções simples e que as torne de irrestrito acesso.

A qualidade da água pluvial está diretamente relacionada com os constituintes químicos, decomposição biológica, as praias e dunas, as queimadas, o spray marinho e a erosão eólica do solo e de superfícies, material particulado suspenso, conforme preconizado por Anecchini (2005), IEMA (2013) e Thomas et al (2001). Isto posto, pode-se indicar as formas de utilização da água pluvial, necessidades de tratamento devido a cada tipo de contato, por meio da ciência transcrita em equações corriqueiramente utilizadas na engenharia.

Neste sentido, com base na NBR 15527 (2007), buscou-se avaliar o potencial de aproveitamento das águas pluviais nas dependências da Faculdade Brasileira – Multivix Vitória. Para tanto, foi utilizado o programa computacional NETUNO (versão 3.0) com objetivo de determinar o potencial de economia de água potável em função da capacidade

do reservatório e utilização para fins não potáveis. Assim, foram utilizados dados históricos de precipitação pluvial na região e também a caracterização qualitativa da água da chuva após escoamento pela cobertura.

MATERIAL E MÉTODOS

Contextualização da área de estudo e climatologia da região

A área compreendida neste estudo é Faculdade Multivix- Campus Vitória, Espírito Santo. Dentre os Blocos de Ensino disponíveis da instituição, definiu-se como alvo da investigação o Bloco 7, que possui 2.792m² de área de cobertura viável à coleta de água pluvial, conforme Figura 1. O bloco 7 possui 24 salas com capacidade para aproximadamente 80 alunos por sala, para calcular o consumo de água do bloco foi adotada a maior população de alunos possível, 1.920 pessoas.

A Figura 2 apresenta a característica pluviométrica da meteorológica no Município de Vitória/ES, pode-se observar por meio da análise dos gráficos que a média da precipitação acumulada é 1.380 mm anuais. Ainda de acordo com dados do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER), os meses de outubro a abril apresentam maiores índices pluviométricos em detrimento aos demais meses e a média de número de dias chuvosos anuais é de 142 dias, caracterizando assim, a região de estudo.



Figura 1: Localização Bloco 7, Faculdade Multivix - Vitória.

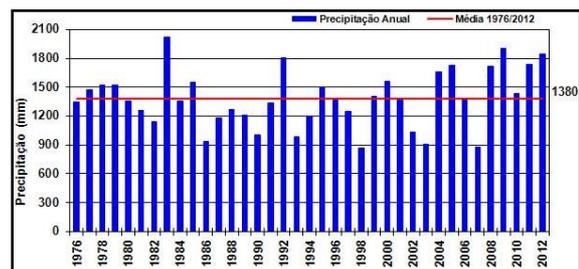


Figura 2: Gráfico do número dias chuvosos, 1976 a 2012. Fonte: INCAPER, 2015.

Para complemento da caracterização pluviométrica da região de estudo, foram extraídos, tabulados e analisados os dados do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP) do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). A série histórica utilizada após tratamento estatístico foi de 1993 a 2014, conforme Tabela 1, com período de 19 anos, sendo desconsiderados 2 anos por falha de dados na série histórica.

Tabela 1: Dados de precipitação para Município de Vitória/ES.

Meses	Precipitação média (mm)	Precipitação máxima (mm)	Precipitação mínima (mm)
Janeiro	139,68	345,4	8,5
Fevereiro	73,175	219,8	6,1
Março	161,825	434,5	6,6
Abril	135,25	384	10,3
Maio	78,21	267,1	1,3
Junho	63,6	244,2	2,1
Julho	60,12	141,8	2
Agosto	58,935	238,4	13,2
Setembro	54,635	157,6	17,5
Outubro	123,225	406,4	10,5
Novembro	232,24	662,8	35,3
Dezembro	217,4055556	713,9	40,8

Fonte: INMET, estação 83648-Vitória/ES, 2015.

Verifica-se, a partir da Figura 2, a tendência, em termos médios, de maiores precipitações nos meses de verão e de menores precipitações nos meses de inverno, sugerindo uma sazonalidade no regime de chuvas. É importante destacar que os dados de precipitações mensais mínimas e máximas, apresentados na Tabela 1, mostram a possibilidade de ocorrência de meses de inverno excepcionalmente úmidos e meses de verão excepcionalmente secos.

Uma vez que o presente trabalho adota uma escala temporal diária para a representação da pluviosidade, é importante caracterizar o comportamento da precipitação observada na estação pluviométrica em termos de número de dias de chuva, considerando-se o período de dados utilizado no estudo, conforme a tabela 2.

Tabela 2: Quantidade de dias chuvosos para Município de Vitória/ES.

Meses	Média de dias chuvosos	Número máximo de dias chuvosos	Número mínimo de dias chuvosos
Janeiro	11,6	24	1
Fevereiro	8,7	16	1
Março	12,9	21	3
Abril	13,3	21	6
Maio	8,65	19	6
Junho	8,1	19	1
Julho	9,6	19	4
Agosto	8,9	22	2
Setembro	11,3	23	6
Outubro	13,3	22	4
Novembro	15,85	26	5
Dezembro	14,89	23	6

Fonte: INMET, estação 83648-Vitória/ES.

Qualidade da Água Pluvial

A caracterização da qualidade da água pluvial é influenciada por diversos fatores, dentre estes se podem citar a localização geográfica, presença de vegetação, condições meteorológicas, estação do ano e presença de carga poluidora.

Os poluentes atmosféricos estão sujeitos a processos de transporte e transformação afetados pelas condições meteorológicas que desempenham papel importante na

caracterização dos eventos de poluição do ar, podendo influenciar o aumento ou diminuição das concentrações dos poluentes na atmosfera (IEMA, 2013).

Segundo Anecchini (2005), em regiões próximas aos oceanos existe maior probabilidade de encontrar sódio (Na), potássio (K), magnésio (Mg) e cloro (Cl) na água da chuva, já em regiões com grandes áreas não pavimentadas, ou seja, com grandes áreas de terra, provavelmente, estarão presentes na água da chuva partículas de origem terrestre como a sílica (Si), o alumínio (Al) e o ferro (Fe).

Estudos citam os óxidos de enxofre e nitrogênio, monóxido de carbono, hidrocarbonetos, material particulado (MP), entre outros, como característicos de regiões densamente urbanizadas e industrializadas.

Algumas atividades naturais também podem gerar poluentes como o MP, óxidos de nitrogênio e enxofre, hidrocarbonetos e monóxido de carbono. Dentre essas atividades, destaca-se a decomposição biológica, as praias e dunas, as queimadas, o spray marinho e a erosão eólica do solo e de superfícies (ANNECCHINI, 2005).

A chuva cumpre papel de destaque no que diz respeito à dispersão dos poluentes, posto que ao percorrer a atmosfera até chegar ao solo, sedimenta o MP e auxilia na dissolução dos gases. Ela funciona também como agente agregador, capturando os particulados, que agem como núcleos de condensação ou são englobados pelas gotas de nuvens, que ao se colidirem aumentarão, formando gotas sempre maiores, que acabarão por precipitar-se. Nesse momento, tem início o processo de remoção dos poluentes por carreamento, um eficiente agente de limpeza da atmosfera também denominado deposição úmida (DANNI-OLIVEIRA; BAKONYI, 2003 *apud* ANNECCHINI, 2005).

Assim, é de fundamental importância a caracterização da água da chuva para conhecer sua constituição, pode-se determinar seu tipo de uso (potável ou não) e o tipo de tratamento físico-químico requerido de acordo com o uso pretendido.

Apesar do consenso em vários estudos da necessidade do tratamento antes de reservar e armazenar a água da chuva, pouco se tem em termos de legislações que estabeleçam parâmetros.

O Quadro 1, do Programa de Pesquisa em Saneamento Básico (PROSAB), apresenta padrões de qualidade de águas de chuva em diversos países já desenvolveram seus guias e recomendações para o reuso urbano.

Quadro 1: Parâmetros de qualidade de água para uso não potável das águas pluviais.

Parâmetro	EPA *	Austrália	Sul da Austrália	Alemanha	Japão	Brasil
pH	--	--	--	6 – 9	6 – 9	6 – 9
BDO5 (mg/L)	5 – 30	<10 – 20	< 20	20	10	--
SST (mg/L)	5 – 30	<10 – 20	< 10	30	--	--
Turbidez (NTU)	2 – 5		2 – 5	1 -2	5	2-5
Coli. total (UFC/100 mL)	2,2 – 23	< 1	< 10	500	10	Ausência
Coli. termotolerantes	ND – 75	< 10 – 30	--	100	10	Ausência
Cloro livre CL2	--	0,5 – 2,0	--	--	--	0,5 – 3,0

* US Environmental Protection Agency

Fonte: Adaptado de WHO (1992) apud (PROSAB 5 - RIGHETTO, 2009)

O quadro 2 apresenta parâmetros qualitativos da água de chuva, o período de análise e o valor de referência para usos mais restritivos, conforme a ABNT NBR 15527 (2007).

Quadro 2: Parâmetro de qualidade de água de chuva para usos restritivos não potáveis.

Parâmetro	Análise	Valor
Coliformes totais	Semestral	Ausência em 100mL
Coliformes termotolerantes	Semestral	Ausência em 100mL
Cloro residual livre ^a	Mensal	0,5 a 3,0 mg/L
Turbidez	Mensal	< 2,0uT ^b , para usos menos restritivos
Cor aparente (caso não seja utilizado nenhum corante, ou antes da sua utilização)	Mensal	< 15uH ^c
Deve prever ajuste de pH para proteção das redes de distribuição, caso necessário	Mensal	pH de 6,0 a 8,0 no caso de tubulação de aço carbono ou galvanizado
NOTA: Podem ser usados outros processos de desinfecção além do cloro, como a aplicação de raio ultravioleta e aplicação de ozônio.		
^a No caso de serem utilizados compostos de cloro para a desinfecção.		
^b uT é a unidade de turbidez.		
^c uH é a unidade Hazen.		

Fonte: ABNT NBR 15527 de 2007.

Para tanto, foi de consenso que no estudo deveria ser realizado a caracterização qualitativa para comparação com os dados da bibliografia existente, conforme os supracitados.

Estudo e Escolha dos Métodos de dimensionamento do reservatório de acumulação

Foram estudados os métodos apresentados na ABNT NBR 15527:2007. No Método de Rippl, para o dimensionamento, devem ser determinados a demanda média de água pluvial, a área da superfície de captação e o coeficiente de Runoff, de acordo com as necessidades estabelecidas em projeto (RUPP *et al*, 2011). Utilizam-se as precipitações médias mensais em um período de janeiro a dezembro para o cálculo em base mensal. Se o objetivo for fazer o cálculo em base diária, utiliza-se uma série histórica de 10 anos de precipitações diárias (ABNT NBR 15527:2007). O Método da simulação baseia-se na determinação do percentual de consumo que será atendido em função de um tamanho de reservatório

previamente definido. Também é chamado de Método de Análise de Simulação de um Reservatório com Capacidade Suposta (RUPP *et al*, 2011). A NBR 15527 (ABNT, 2007) recomenda ainda que, nesse método, a evaporação da água não seja levada em conta.

O Método Azevedo Neto é o método Prático Brasileiro, primeiro método empírico apresentado na NBR 15527 (ABNT, 2007). No Método Prático Alemão, o volume do reservatório de água pluvial será, simplesmente, o menor valor entre 6% do volume de água pluvial anual e 6% da demanda anual de água não potável. O Método Prático Inglês e Método Prático Australiano.

Dimensionamento do Sistema, utilizando-se NETUNO

Para a escolha do modelo de cálculo que melhor se adéqua à realidade estudada, optou-se pelo Netuno, versão 3.0, que é um programa computacional desenvolvido no LabEEE/UFSC (GHISI; CORDOVA; ROCHA, 2009), validado por Rocha (2009), que tem por objetivo determinar o potencial de economia de água potável em função da capacidade do reservatório, através do aproveitamento de água pluvial para usos em que a água não precisa ser potável. O programa permite que se façam simulações do potencial de economia de água potável tanto para um volume de reservatório quanto para diversos volumes, ao mesmo tempo. O programa gera gráficos que possibilitam analisar comparativamente o potencial de economia para diferentes volumes de reservatórios, facultando ao usuário escolher o volume mais adequado a suas necessidades (RUPP *et al*, 2011).

O Netuno realiza os cálculos em base diária considerando a demanda e a disponibilidade de água pluvial. Os dados de entrada são os seguintes: precipitação pluviométrica diária; área de captação; coeficiente de aproveitamento; demanda diária de água potável per capita; número de moradores; e percentagem de água potável que pode ser substituída por pluvial.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a análise e tabulação dos dados pluviométricos, seguiu-se a caracterização qualitativa da água da chuva. A tabela 3 apresenta dados de caracterização qualitativa da água da chuva durante o primeiro minuto de chuva, ou seja, sem descarte nos primeiros minutos, nas dependências da Faculdade Multivix – Vitória/ES.

Tabela 3: Qualidade da água da chuva, desde o primeiro minuto de chuva, na Faculdade Multivix – Vitória/ES.

Parâmetro	Método	Limite Quantificação	Resultado
Cor Aparente	SM 2120 C	3,20 mgPt/L	26,54 mgPt/L
Ferro Total	SM 3120 B	0,0020 mgFe/L	5,51 mgFe/L
pH	SM 4500 H+ B	0 - 14	7,35
Sulfetos	SM 4500 A	0,15 mg/L	0,025 mg/L
Turbidez	SM 2130 B	1,00 uT	38,39 uT

AGROLAB 1159/15-001.1 – FQ. Método utilizado: SM - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21st and 22nd ed., Washington, APHA, 2005 and 2012.

Pode-se observar a presença alta de sólidos na amostra, representada pelos parâmetros Cor aparente e Turbidez, o que indica alta deposição de sólidos nos telhados. Acerca do parâmetro Ferro Total, era de se esperar devido às características do solo da região que são ressuspendidos além das empresas de siderurgia do entorno.

Neste contexto, considerando que as primeiras águas pluviais são de baixa qualidade, o manejo da água de chuva, para ser considerado bem-sucedido, deve ser feito de modo criterioso, eliminando-se essa primeira fração e priorizando o monitoramento e tratamento, quando for o caso, da água a ser efetivamente aproveitada (PROSAB 5 - RIGHETTO, 2009). Jabur (2011) indica que é necessário o descarte dos primeiros 5 minutos de água, que irão “lavar” o telhado e retirar os poluentes.

Comparando com os dados coletados durante a revisão bibliográfica e utilizados no item 4.3, como metodologia de comparação e para subsidiar a escolha da caracterização qualitativa da água pluvial, pode-se observar que para os dados no Brasil, o pH encontra-se na faixa indicada e os dados de turbidez muito acima dos encontrados na literatura, ratificando a necessidade do descarte nos primeiros minutos de chuva.

Sobre o dimensionamento de reservatórios, um estudo comparativo entre os métodos de dimensionamento utilizados no Brasil foi empreendido por Amorim e Pereira (2008). Os autores não indicaram qual o melhor método para o dimensionamento de reservatórios de água pluvial e concluíram que os métodos Azevedo Neto e Prático Inglês resultam em reservatórios superdimensionados, assim como em diversas variações nos cálculos utilizando o método de Rippl. Os métodos Prático Alemão e Prático Australiano forneceram volumes de reservatório mais conservadores (RUPP *et al*, 2011).

O grupo optou por utilizar o programa computacional de dimensionamento Netuno 3.0, sendo inseridos dados pluviométricos com o total de 4.381 registros no período de janeiro de 2003 a dezembro de 2014, foi também determinado o percentual da demanda de água potável a ser substituída de 50%; a demanda de 5 litros per capita por dia; descarte inicial nos primeiros minutos de chuva de 2 mm equivalendo a aproximadamente 5 minutos de chuva; o reservatório superior foi calculado pelo Netuno com capacidade de 5.000 litros que atenderia a demanda diária do Bloco 7, contudo o reservatório superior poderá ser de menor capacidade, porém implicará na utilização do conjunto moto-bomba em mais vezes durante o dia.

Foram utilizados para a análise financeira e simulação do reservatório dados da tabela de tarifas da CESAN (Companhia Espiritosantense de Saneamento), para a categoria comercial e serviços, que se enquadra a Multivix, de acordo com as faixas de consumo em reais por metros cúbicos, com vigência a partir de agosto de 2014. Das contas mensais de água foi extraído o total aproximado de imposto no valor de 9,25%, e inserido no programa como taxa de impostos variáveis.

A figura 3 apresenta os dados do dimensionamento do sistema por meio do Programa Netuno 3.0, sendo que o resultado da simulação é o potencial de economia de água potável por meio do uso de água pluvial em função dos diversos volumes do reservatório inferior.

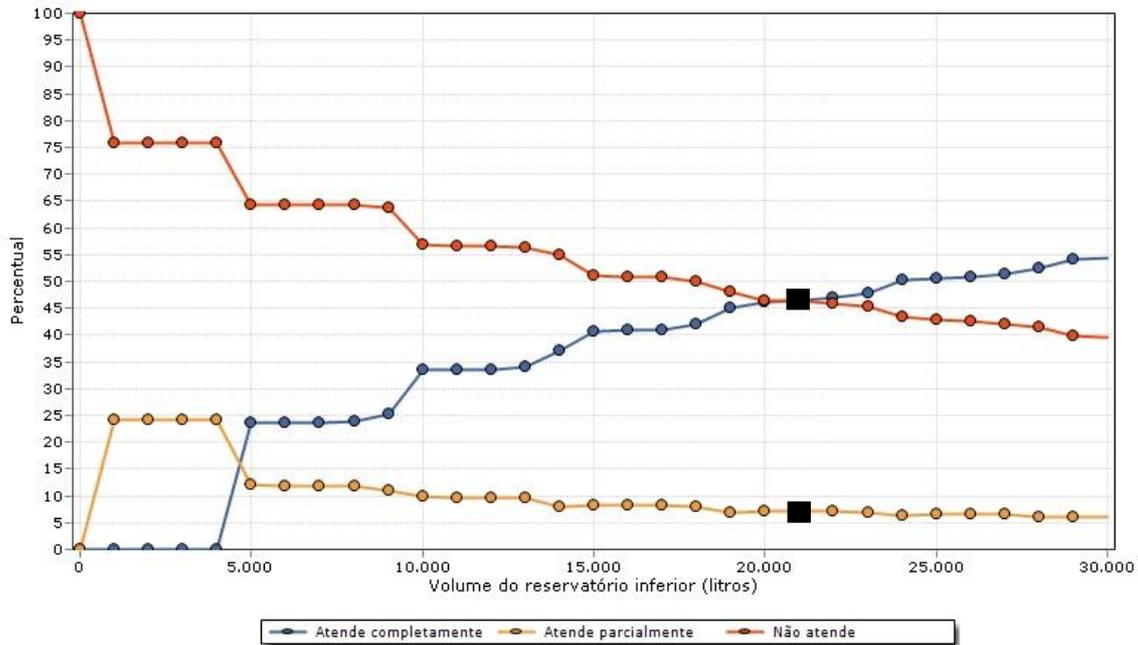


Figura 3: Simulação com diversos volumes de reservatório inferior.

Fonte: Netuno. ■ → volume ideal indicado pelo Netuno 3.0.

Pode-se observar que o gráfico apresenta o volume ideal de 21.000 litros para o reservatório inferior, identificado por retângulo preenchido pela cor preta, considerado os três indicadores pelo programa Netuno. Porém, foi escolhido reservatório de 20.000 litros disponível no mercado. Observa-se também que a linha de cor azul apresenta o percentual de dias em que a demanda de água pluvial é atendida completamente em função dos volumes de reservatórios, para o reservatório de 20.000 L e apresenta percentual de 46,04%; a linha amarela apresenta o percentual de dias em que a demanda de água pluvial é atendida parcialmente em função dos volumes de reservatórios, para o reservatório de 20.000 L e apresenta percentual de 7,26%; e a linha vermelha apresenta o percentual de dias em que a demanda de água pluvial não atende em função dos volumes de reservatórios, para o reservatório de 20.000 L, apresenta percentual de 46,70%.

Opcionalmente, o usuário pode determinar o volume ideal por meio de análise visual do gráfico de potencial de economia de água potável *versus* volume do reservatório inferior, obtido na simulação.

A tabela 4 apresenta as estimativas iniciais de consumo e economias mensais referente à demanda de água potável, consumida no âmbito do Bloco 7 e a utilização da água pluvial.

Tabela 4: Estimativas iniciais de consumo e economias mensais de água.

Mês	Consumo total mensal (M ³)	Consumo de água pluvial (M ³)	Consumo de água potável (M ³)	Valor da conta sem consumo de água pluvial (R\$)	Valor da conta com utilização de água pluvial (R\$)	Economia mensal (R\$)
Janeiro	297,6	80,22	217,4	4.027,30	2.891,56	1.134,74
Fevereiro	268,8	67,26	201,5	3.619,92	2.668,46	951,46
Março	297,6	89,79	207,8	4.027,30	2.757,16	1.270,14
Abril	288,0	78,12	209,8	3.891,51	2.786,45	1.105,06
Mai	297,6	53,32	244,3	4.027,30	3.272,97	754,33
Junho	288,0	56,47	231,5	3.891,51	3.092,59	798,92
Julho	297,6	60,53	237,0	4.027,30	3.171,06	856,24
Agosto	297,6	59,29	238,3	4.027,30	3.188,53	838,77
Setembro	288,0	60,38	227,6	3.891,51	3.037,41	854,09
Outubro	297,6	76,20	221,3	4.027,30	2.949,34	1.077,96
Novembro	288,0	93,52	194,4	3.891,51	2.568,52	1.322,99
Dezembro	297,6	85,52	212,0	4.027,30	2.817,55	1.209,75
TOTAL	3.504,0	860,62	2.642,9	47.377,1	35.201,6	12.174,5

Fonte: Netuno.

Analisando a tabela 4, observa-se o consumo estimado total de 3.504 m³/ano de acordo com a demanda per capita (5 l/hab.dia) e número de habitantes (1.920 hab), sendo o consumo de água pluvial total de 860,62m³/ano e consumo de água potável total de 2.642,90m³/ano. Deste total, o consumo de água pluvial anual representa 24,56% do total e o consumo de água potável anual 75,44% do total, perfazendo aproximadamente $\frac{1}{4}$ do consumo total gerando uma economia anual de R\$ 12.174,50.

Ressalta-se que, como são estimativas iniciais, não é considerada a inflação nos valores monetários e na economia mensal.

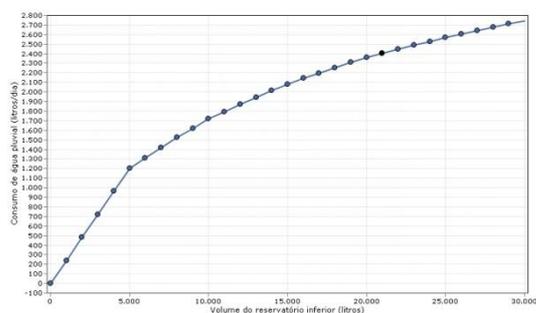


Figura 4: Simulação com consumo de água pluvial.
Fonte: Netuno.

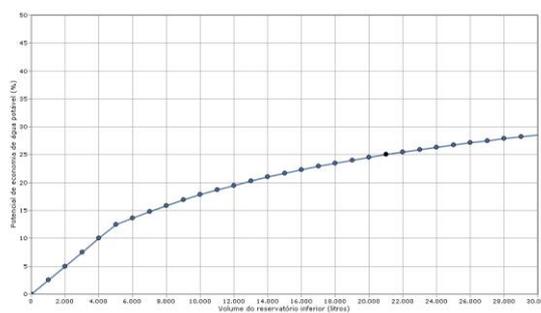


Figura 5: Simulação com atendimento à demanda de água pluvial.
Fonte: Netuno.

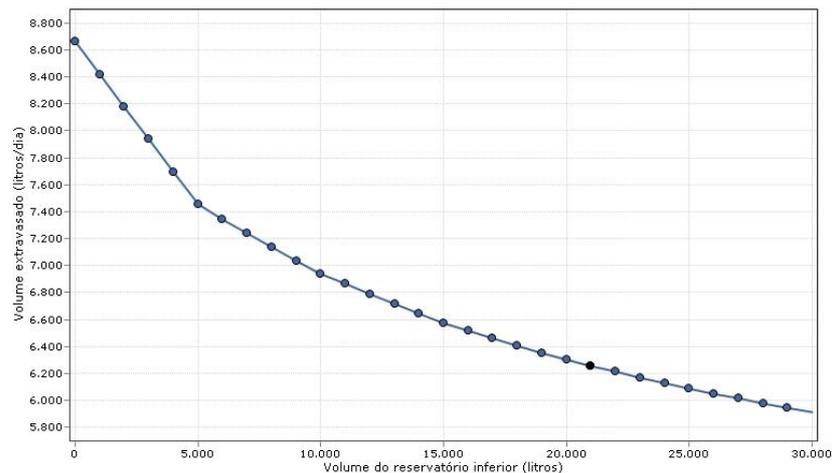


Figura 6: Simulação de volume extravasado.
Fonte: Netuno.

As figuras 4 e 5 apresentam simulação do consumo de água pluvial e o atendimento à demanda de água pluvial, respectivamente. Ressalta-se que esses gráficos, fornecidos pelo programa, também são compilados e agrupados, conforme exposto na figura 3.

A figura 6 apresenta o volume extravasado do reservatório inferior em litros por dia. Pode-se observar que para o volume do reservatório de 20.000 litros o volume extravasado é de 6.339 litros de água pluvial.

Os itens seguintes ao dimensionamento da capacidade do reservatório não foram objetos desta pesquisa, porém a literatura aponta que para a boa eficiência do sistema é necessário a instalação completa deste. Nesse sentido, algumas recomendações técnicas para implantação de um sistema eficiente são abordadas abaixo.

Segundo MAY (2004), o sistema de coleta e aproveitamento de água da chuva em edificações é constituído essencialmente de uma área impermeável, calhas e condutores, filtro de materiais grosseiros ou peneiras, sistema de descarte da água de escoamento inicial, reservatório de acumulação e sistema de desinfecção (opcional determinado pela forma de utilização).

Para melhor eficiência da capacidade do reservatório e distribuição, recomenda-se a instalação de um reservatório superior e de uma bomba e um hidrômetro no reservatório inferior para o recalque da água para o reservatório superior para distribuição por gravidade. A quantidade de água da chuva que pode ser armazenada depende da área de coleta, da precipitação atmosférica do local e do coeficiente de Runoff (coeficiente de escoamento superficial, quociente entre a água que escoam superficialmente e o total da água precipitada) (MAY, 2004). A área de coleta do Bloco 7 é feita de concreto armado, assim o coeficiente de Runoff adotado foi de 0,8. Conforme ABNT NBR 15527 (2007) as calhas e condutores horizontais e verticais devem atender à ABNT NBR 10844 (1989) sendo dimensionados de forma a atender a vazão de pico de escoamento da água a ser coletada.

Para não ocorrerem entupimentos nos condutores que levam água ao reservatório de autolimpeza ou outro dispositivo, o sistema de coleta de água da chuva deve conter um sistema com peneiras ou filtro de materiais grosseiros para retirada de folhas e galhos (MAY, 2004).

Estudos do IPT (Instituto de Pesquisa Tecnológicas) mostram que o descarte das primeiras águas escoadas de coberturas é altamente recomendado, particularmente após vários dias sem chuva, como ocorre na estiagem de inverno, dada à concentração de poluentes e microrganismos. O volume de descarte corresponde ao escoamento do primeiro milímetro de precipitação, ou seja, 100 litros para cada 100 m² de cobertura. Os dispositivos de descarte podem contar com esvaziamento automático ou manual (ORSI; SARUBO, 2010).

O dimensionamento da capacidade do reservatório para armazenamento de água pluvial é um dos pontos críticos na implantação do sistema, pois geralmente, é um dos itens mais caros na implantação do sistema, impactando significativamente o tempo de retorno do investimento; e é o principal fator a influenciar na confiabilidade do sistema, ou seja, desempenha um papel importante em evitar ocorrências em que a quantidade de água no reservatório é insuficiente para atender à demanda (RUPP *et al*, 2011). Os reservatórios devem atender à ABNT NBR 12217 (1994).

A ocorrência de microrganismos em águas de chuva escoadas de coberturas traz a necessidade de sua desinfecção. Os sistemas de desinfecção mais utilizados são os baseados na aplicação de cloro, ozônio ou raios ultravioletas. A desinfecção com cloro permite manter ação mais prolongada por meio de concentração residual de cloro livre, que permanece efetiva por algum tempo (ORSI; SARUBO, 2010).

CONCLUSÃO

A presente pesquisa possibilitou aprendizado acerca dos métodos de cálculo para dimensionamento de reservatórios para armazenamento da água pluvial, bem como a utilização de programa computacional, além do estudo hidrológico da região.

A caracterização qualitativa da água pluvial foi de fundamental importância para inferir a necessidade de descarte nos primeiros minutos de chuva devido aos sólidos carregados que se encontram nos telhados.

Acerca do dimensionamento com o programa Netuno 3.0, validado por Rocha (2009), apresentou-se de fácil utilização, com linguagem prática e dimensionamento condizente com a realidade local. Os gráficos e tabelas gerados pelo programa simplificam e agilizam de sobre maneira os cálculos. A análise financeira torna o estudo completo, destacando a viabilidade econômica do sistema, além da viabilidade técnica.

O dimensionamento das dependências do Bloco 7, da Faculdade Brasileira – Multivix Vitória (ES), torna-o eficiente quanto ao consumo de água potável, utilizando a água pluvial para os fins menos nobres. A instalação do sistema em projeto em apenas um dos blocos de ensino seria necessária para adequações no uso e/ou modificações do sistema predial de água fria existente.

A economia anual de R\$ 12.174,50 torna a instalação do sistema viável, demandando menos água potável para fins menos nobres, tornando o consumo de água nas dependências do Bloco 7 eficiente.

Conclui-se que mediante a crise hídrica enfrentada no período hidrológico, a crise financeira e as tendências voltadas à sustentabilidade dos ambientes, a pesquisa científica, torna-se viável e imprescindível para a diminuição dos custos com água potável, representando uma economia significativa média anual, além de melhor aproveitamento dos recursos naturais disponíveis, como a água pluvial.

REFERÊNCIAS

ABNT. **NBR 15527**: aproveitamento de água de chuva de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis. Rio de Janeiro, 2007.

ABNT. **NBR 10844**: instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro, 1989.

ABNT. **NBR 12217**: Projeto de reservatório de distribuição de água para abastecimento público. Rio de Janeiro, 1994.

ANNECCHINI, K. P. V. **Aproveitamento da Água da Chuva Para Fins Não Potáveis na Cidade de Vitória (ES)**. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental. Vitória, 2005.

AMORIM, S. V.; PEREIRA, D. J. A. **Estudo Comparativo dos Métodos de Dimensionamento para Reservatórios Utilizados em Aproveitamento de Água Pluvial**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 53-66, 2008.

DANNI-OLIVEIRA, I. M.; BAKONYI, S. M. **Condicionantes atmosféricos e a variabilidade das concentrações de MP total em Curitiba/PR**. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE QUALIDADE DO AR, 3., 2003, Canoas. Anais. Canoas: ABES, 2003, CD-ROM.

IEMA. Instituto Estadual de Meio Ambiente. **Relatório Anual de Qualidade do Ar Região Metropolitana da Grande Vitória**. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEAMA). Espírito Santo, 2013.

JABUR, A. S., BENETTI, H. P., SILIPRANDI, E. M. **Aproveitamento da água pluvial para fins não potáveis**. VII Congresso Nacional de Excelência em Gestão, 2011.

MAY, S. **Estudo da viabilidade do aproveitamento de água da chuva para consumo não potável em edificações**. Dissertação de mestrado apresentado à Escola Politécnica de São Paulo. São Paulo, 2004.

ORSI, M.; SARUBO, R. **Captação e tratamento de águas pluviais para uso não potável**. VOLUME 2, Nº 1 – janeiro a junho/2010. Disponível em <http://www.revistasapere.inf.br/download/segunda/ORSI_SARUBO.pdf>. Acesso em 07 de maio de 2015.

RIGHETTO, A. M. (coord.) **Manejo de águas pluviais urbanas**. Programa de Pesquisa em Saneamento Básico (PROSAB). Rio de Janeiro: ABES, 2009

ROCHA, B. C. C. M.; REIS, R. P. A.; ARAÚJO, J. V. G.. **Avaliação de sistema de tratamento de água de chuva coletadas em telhado de cimento amianto, utilizando**

filtração e desinfecção por UV e cloro. REEC – Revista eletrônica de engenharia civil, nº3, volume1, pág 12-18. Agosto/novembro 2011.

ROCHA, V. L. **Validação do Algoritmo do Programa Netuno para Avaliação do Potencial de Economia de Água Potável e Dimensionamento de Reservatórios de Sistemas de Aproveitamento de Água Pluvial em Edificações.** 166 f. Florianópolis, 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

RUPP, R. F.; MUNARIM, U.; GHISI, E. **Comparação de métodos para dimensionamento de reservatórios de água pluvial.** Porto Alegre. Outubro/Dezembro 2011. <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1678-86212011000400005&script=sci_arttext> acesso em 15/03/15.

THOMAS, T. *et al.* **Bacteriological quality of water in DRMH.** IN: Rainwater International Systems, 10., 2001, Manheim. Proceedings. Germany, 2001.

VASCONCELOS, L. F.; FERREIRA, O. M. **Captação de água de chuva para uso domiciliar: estudo de caso.** Goiânia/Go, 2007. Disponível em: <[http://www.pucgoias.edu.br/ucg/prope/cpgss/ArquivosUpload/36/file/CAPTA%C3%87%C3%83O%20DE%20%C3%81GUA%20DE%20CHUVA%20PARA%20USO%20DOMICILIAR.p](http://www.pucgoias.edu.br/ucg/prope/cpgss/ArquivosUpload/36/file/CAPTA%C3%87%C3%83O%20DE%20%C3%81GUA%20DE%20CHUVA%20PARA%20USO%20DOMICILIAR.pdf)df>. Acesso em: 02 de Setembro 2015.

FACULDADE
MULTIVIX

VITÓRIA

www.multivix.edu.br