

GUILHERME GONÇALVES DA SILVA

JOSÉ RENATO PEREIRA

**ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA E BENEFÍCIOS  
AMBIENTAIS DO USO DE ÁGUA DA CHUVA NA UNIDADE DOCTUM  
TEÓFILO OTONI / MG**

TEÓFILO OTONI

INSTITUTO ENSINAR BRASIL

FACULDADES UNIFICADAS DE TEÓFILO OTONI

2015

GUILHERME GONÇALVES DA SILVA

JOSÉ RENATO PEREIRA

**ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA E BENEFÍCIOS AMBIENTAIS  
DO USO DE ÁGUA DA CHUVA NA UNIDADE DOCTUM TEÓFILO  
OTONI / MG**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil do Instituto Ensinar Brasil – Faculdades Unificadas de Teófilo Otoni, como requisito à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de Concentração: Uso de água da chuva.

Subárea de Concentração: Benefícios gerados pelo uso de água da chuva.

Orientador: Werner Kriebel.

TEÓFILO OTONI

INSTITUTO ENSINAR BRASIL

FACULDADES UNIFICADAS DE TEÓFILO OTONI

2015



## **FACULDADES UNIFICADAS DE TEÓFILO OTONI**

### **FOLHA DE APROVAÇÃO**

A monografia intitulada: ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA E BENEFÍCIOS AMBIENTAIS DO USO DE ÁGUA DA CHUVA NA UNIDADE DOCTUM TEÓFILO OTONI / MG, elaborada pelos alunos: GUILHERME GONÇALVES DA SILVA E JOSÉ RENATO PEREIRA, foi aprovada por todos os membros da Banca Examinadora e aceita pelo curso de Engenharia Civil das Faculdades Unificadas de Teófilo Otoni, como requisito parcial da obtenção do título de:

### **BACHAREL EM ENGENHARIA CIVIL**

Teófilo Otoni, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2015.

---

Prof. Orientador

---

Prof. Examinador 1

---

Prof. Examinador 2

Dedicamos este trabalho a Werner Kriebel, pela orientação e dedicação.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos a Deus, por ter nos dado força e iluminado nosso caminho.

*“Usar a água de forma sustentável é essencial para a manutenção das futuras gerações.”*

*Gustavo Moraes*

## LISTA DE ABREVIATURASE SIGLAS

**ABNT** – Associação Brasileira de Normas Técnicas

**ANA** – Agência Nacional de Águas

**APPs** – Áreas de Proteção Permanentes

**CEI** – Centro de Ecologia Integral

**Cf** – Chuva Fraca

**CF** – Chuva Forte

**CM** – Chuva Moderada

**Cmf** – Chuva Muito Fraca

**CMF** – Chuva Muito Forte

**COPASA** – Companhia de Saneamento de Minas Gerais

**CREA-MG** – Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais

**DS** – Dia Seco

**FUTO** – Faculdades Unificadas de Teófilo Otoni

**l** – Litro

**m** – Metro

**ml** - Mililitros

**mm** – Milímetros

**mm/d** – Milímetros de chuva por dia

**m<sup>2</sup>** - Metro quadrado

**m<sup>3</sup>** - Metro cúbico

**NBR** – Norma Brasileira

**ONG** – Organização Não Governamental

**RBGF** – Revista Brasileira de Geografia Física

**SABESP** – Companhia de Saneamento Básico de São Paulo

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|  |    |
|--|----|
| <b>FIGURA 1:</b> Desperdício de água potável .....                   | 16 |
| <b>FIGURA 2:</b> Utilização da água potável para limpeza geral ..... | 22 |
| <b>FIGURA 3:</b> Vista lateral do bloco B .....                      | 24 |



## LISTA DE TABELAS

|  |    |
|--|----|
| <b>TABELA 1:</b> Classificação dos volumes de precipitação .....   | 25 |
| <b>TABELA 2:</b> Histórico de medições de precipitações em Teófilo Otoni .....                             | 26 |
| <b>TABELA 3:</b> Coeficiente de escoamento superficial .....   | 27 |
| <b>TABELA 4:</b> Volume potencial médio mensal para a superfície total de<br>intercepção.....              | 28 |
| <b>TABELA 5:</b> Consumo Mensal de água tratada no setor de medição .....                                  | 30 |
| <b>TABELA 6:</b> Estimativa de gastos de água potável .....  | 32 |
| <b>TABELA 7:</b> Relação dos gastos com água potável e capacidade de captação<br>de água não potável ..... | 32 |
| <b>TABELA 8:</b> Dimensionamento dos reservatórios, com base no método RIPPL                               | 33 |

## RESUMO

O presente trabalho tem como tema o estudo de viabilidade do uso de água da chuva na Unidade Doctum Teófilo Otoni. Este estudo foi inspirado no atual cenário de escassez de água no mundo, manifestada no Brasil, a partir de 2014, com a crise hídrica da região sudeste. Pretendeu-se explicitar a importância do aproveitamento de água da chuva e analisar a viabilidade técnica e benefícios ambientais da instalação do sistema de captação e aproveitamento de águas pluviais para uso não potável nas Faculdades Doctum Teófilo Otoni. A partir da pesquisa bibliográfica e em sites de órgãos especializados no Brasil, na plataforma Google Acadêmico, no Buscador Coruja e no Scielo, constatou-se que há pouca produção científica sobre o tema, e um tímido uso efetivo do sistema de captação e aproveitamento de água da chuva, o que dificultou a referida pesquisa. Conclui-se que a instalação do sistema de captação de água da chuva nas Faculdades Doctum Teófilo Otoni, é tecnicamente viável e traz benefícios ambientais, tendo em vista que o imóvel possuirá após término de obras de ampliação em andamento 3.806 m<sup>2</sup> de área de telhado, inclusive com calhas, com potencial para captação de água para uso não potável, gerando economia financeira e preservação de recursos hídricos.

**Palavras-chave:** Água da chuva; Aproveitamento; Captação; Sustentabilidade.

## SUMÁRIO

|  |    |
|--|----|
| <b>INTRODUÇÃO</b> .....  | 11 |
| <b>1. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....  | 13 |
| <b>2. RECURSOS HÍDRICOS</b> .....  | 14 |
| 2.1. CENÁRIO ATUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL .....   | 14 |
| <b>2.1.1. Tragédia ambiental em Mariana/MG</b> .....   | 16 |
| 2.2. APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA.....  | 17 |
| 2.3. BENEFÍCIOS AMBIENTAIS DO APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA  | 18 |
| 2.4. EDUCAÇÃO AMBIENTAL .....  | 20 |
| <b>2.4.1. Educação de pais para filhos</b> .....   | 20 |
| <b>2.4.2. Consciência ambiental</b> .....  | 21 |
| <b>3. ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA DE INSTALAÇÃO DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO E APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA, PARA USO NÃO POTÁVEL NAS FACULDADES DOCTUM TEÓFILO OTONI</b> ..... | 24 |
| 3.1. PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA.....   | 24 |
| 3.2. SISTEMA DE CAPTAÇÃO, ARMAZENAMENTO E DISTRIBUIÇÃO.....  | 29 |
| 3.3. CONSUMO DE ÁGUA POTÁVEL .....   | 30 |
| 3.4. DIMENSIONAMENTO DOS RESERVATÓRIOS .....   | 32 |
| <b>3.4.1. Método de Rippl</b> .....  | 33 |
| 3.5. RELAÇÃO CUSTO-BENEFÍCIO .....   | 34 |
| <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....  | 35 |
| <b>REFERÊNCIAS</b> .....   | 36 |
| <b>ANEXO 1</b> .....   | 38 |
| <b>ANEXO 2</b> .....   | 39 |

## INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem como foco: O Estudo de Viabilidade Técnica e Benefícios Ambientais do Uso de Água da Chuva na Unidade Doctum Teófilo Otoni / MG e visa apresentar os benefícios gerados pelo aproveitamento de água da chuva para uso não potável, tendo como base o projeto de instalação de um sistema de captação e aproveitamento de águas pluviais neste imóvel.

A água é, provavelmente, o único recurso natural que tem a ver com todos os aspectos da civilização humana, desde o desenvolvimento agrícola e industrial aos valores culturais e religiosos arraigados na sociedade. Ela é essencial, seja como componente bioquímico de seres vivos, como meio de vida de várias espécies vegetais e animais, como elemento representativo de valores sociais e culturais, e até como fator de produção de vários bens de consumo final e intermediário.

Sabemos que a preservação dos recursos hídricos é de responsabilidade conjunta do governo e da população. A parcela do governo está concentrada nos trabalhos de grande porte, definindo políticas públicas através de projetos para restaurar e proteger as nascentes de rios e Áreas de Preservação Permanentes (APPs), trabalhando para manter o fluxo de água limpa até os reservatórios das zonas urbanas. Em paralelo, a população é incentivada a economizar água potável.

A utilização de sistemas de aproveitamento de água da chuva, atualmente, apresenta uma tendência de crescimento impulsionada pela abordagem ambientalista e pelos recorrentes períodos de estiagem que diminuíram drasticamente os volumes da maioria dos reservatórios, principalmente na região sudeste.

Os índices pluviométricos registrados desde meados de 2013 foram abaixo da média na região sudeste, segundo dados da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP). Por este motivo, houve redução do volume dos reservatórios e da vazão de rios que abastecem diversos municípios da região. Há pouco mais de 1 ano, a SABESP começou a captar água da reserva técnica do Sistema Cantareira, conjunto de reservatórios que abastecem parte da grande São Paulo e algumas cidades do interior do estado. No Triângulo Mineiro, as cidades de

Uberaba, Uberlândia, entre outras do entorno, enfrentam episódios de falta d'água devido à redução da vazão dos rios da região. O mesmo ocorre com o Rio São Francisco, no centro de Minas Gerais e com o Rio Paraíba do Sul, que atende o Rio de Janeiro<sup>1</sup>.

Aos poucos, o racionamento de água torna-se uma realidade para uma parcela cada vez maior da população. Em algumas regiões, a situação pode continuar crítica mesmo depois da temporada de chuvas que termina em março, caso as precipitações não recomponham as reservas hídricas. Nesse contexto, soluções técnicas para estoque de água e redução do consumo de água potável passam a ser mais valorizadas.

Para a maioria das atividades domésticas – tais como: limpeza, descarga sanitária, irrigação de jardim, entre outros – não há obrigatoriedade em se utilizar água potável, sendo esta, perfeitamente substituível por água proveniente da captação das chuvas.

Contudo, o sistema de captação e aproveitamento de água da chuva é pouco divulgado, tornando importante as pesquisas e os estudos que afirmem os impactos positivos da instalação e uso desse sistema pela população.

A partir dessas informações, podem-se constatar os benefícios ambientais e econômicos gerados pelo aproveitamento de água da chuva. Estes atingidos através da economia de água potável fornecida pelas empresas de saneamento básico, com custo oneroso e atendimento precário. E aqueles, garantidos pela redução dos volumes captados dos mananciais superficiais, despertando consciência ambiental da população.

---

<sup>1</sup> REVISTA TÉCNICA, EDITORA PINI, 2014, Ed.212. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/212/tecnologias-e-solucoes-de-projeto-podem-ajudar-a-reduzir-o-332546-1.aspx>> Acesso em: 08/08/2015.

## 1. REVISÃO DE LITERATURA

O objetivo deste capítulo é expor a postura metodológica adotada para realização da pesquisa desse trabalho, como forma de garantir o caráter científico voltado para construir conhecimento, explicitando a viabilidade técnica do projeto de instalação do sistema de captação e aproveitamento de água da chuva para uso não potável nas Faculdades Doctum Teófilo Otoni e os benefícios ambientais gerados pelo uso desse sistema.

Deste modo, para analisar a viabilidade técnica do projeto, foi feito um levantamento de toda a área de telhado que pode ser utilizado para a captação de água da chuva. No momento da pesquisa havia obras de ampliação da unidade. As novas instalações foram incluídas no cômputo da área de captação. Os benefícios ambientais foram defendidos através de pesquisa bibliográfica, pesquisa na rede mundial de computadores, leitura de artigos e produções acadêmicas entre outras publicações.

Após levantamento de dados, pesquisa e leitura, procurou-se organizar sistematicamente as informações obtidas, no intuito de apresentar resultados confiáveis. Foi constatado que há pouca produção científica sobre o tema, referências bibliográficas, exemplos práticos, o que dificultou a referida pesquisa.

## 2. RECURSOS HÍDRICOS

### 2.1. CENÁRIO ATUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL

O Brasil é conhecido no mundo como Nação Tropical por seu clima quente e chuvas normalmente abundantes, que juntos geram beleza natural e grande reserva de água doce. Esse título é consagrado em música popular e reconhecido por estudos científicos que comprovam a localização das maiores reservas hídricas nas terras brasileiras.

Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA), cerca de 80% da água doce do país está concentrada no Bioma Amazônia, onde vive apenas 5% da população. Os outros 20% estão distribuídos pelo resto do território. A Região Sudeste conta com somente 6% dessa água e concentra uma grande população. Esse fato indica uma limitação ao potencial hídrico do país, pois os maiores rios estão distantes dos centros populacionais.

A Região Metropolitana de São Paulo, nos últimos anos, vem sofrendo com a escassez de água potável. Os níveis dos reservatórios estão cada vez mais baixos, em alguns casos chegando a zero. Outras regiões brasileiras que convivem com falta d'água há mais tempo são o Nordeste e o Norte de Minas Gerais.

Devido ao descaso e negligência da população e de todas as esferas do governo com os recursos naturais, e um severo período de seca, chegamos ao cenário atual de racionamento de água. De acordo com as publicações mais recentes, a estiagem deve permanecer até o fim da presente década, podendo agravar o quadro. Para amenizar o impacto, as companhias de abastecimento de água potável em conjunto com o governo estão promovendo campanhas de consumo consciente de água potável, além de incentivar o aproveitamento de água da chuva.

O aproveitamento de águas pluviais está relacionado com a sustentabilidade ambiental por ser uma fonte alternativa e eficiente para abastecimento de água. A sustentabilidade aponta à reintegração da água ao meio urbano, trabalhando junto

ao ciclo hidrológico, observando aspectos ecológicos, ambientais, paisagísticos e as oportunidades de lazer<sup>2</sup>.

Diante do cenário apresentado e em busca de soluções para o problema, o Governo Federal apoia o incentivo e divulgação da sustentabilidade ambiental, através de programas, entidades, instrumentos administrativos e organizações. “Desenvolvimento Sustentável é satisfazer as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades”<sup>3</sup>.

A população deve ficar alerta em caso de permanência da seca. O agravamento da situação pode causar pânico, disputa por água e maior gasto de recurso público.

Desta forma uma consciência ambiental deverá ser inculcada na população, a começar pelas escolas, instituições de ensino, para aos poucos chegar em todos os níveis da sociedade. Por outro lado, o governo em todas suas esferas deve se organizar melhor usando as ferramentas que já possui, como Polícia Militar Florestal em parceria com o Exército Brasileiro para orientar e fiscalizar os proprietários de terras a cumprirem as leis ambientais que regulamentam o uso dos recursos naturais.

---

<sup>2</sup>POMPÊO, 2000.

<sup>3</sup>BELLEN, 2005.



FIGURA 1  
Uso indevido de água potável



Fonte: <<http://carlosbritto.ne10.uol.com.br/wp-content/uploads/2015/02/desperdicio-água2.jpg>>

### 2.1.1. Tragédia ambiental em Mariana/MG

O racionamento de água potável é o cenário atual vivido pela população da região sudeste do país. Conforme foi noticiado pela imprensa, no dia 05 de novembro de 2015, esse cenário foi agravado com a tragédia ambiental causada pelo rompimento das barragens de Fundão e de Santarém da Mineradora Samarco, em Mariana/MG. Além da destruição do distrito de Bento Rodrigues, a lama composta pelo rejeito de minério e água passou pelos rios Gualaxo do Norte e do Carmo e desaguou no rio Doce. O impacto ambiental é visível, a vida dos rios por onde a lama passa está sendo dizimada.

A cidade de Governador Valadares, por ter captação de água para tratamento somente no rio Doce, está sendo uma das mais atingidas pela tragédia. O abastecimento de água está suspenso, a população depende de água fornecida por caminhões pipa e galões de água mineral. A prioridade de abastecimento está

voltada para os serviços essenciais, como hospitais, polícia, bombeiros e escolas. No comércio poderá haver redução do horário de funcionamento e nas residências, estocagem de água e economia de alimentos.

A princípio não se sabe quanto tempo será necessário para recuperação da qualidade da água do rio Doce, por isso, uma boa opção, para amenizar o problema com a falta de água, é a instalação do sistema de captação de água da chuva nos imóveis urbanos. O retorno dos benefícios gerados pela instalação do sistema dependerá das chuvas locais.

O aproveitamento dessa água é regulamentado pela Norma Brasileira ABNT NBR 15527/2007.

## 2.2. APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA

O aproveitamento de água proveniente das chuvas é uma técnica para suprir a demanda de água das atividades humanas, conhecidas há milênios. A data em que esta técnica surgiu não é conhecida com exatidão; existem registros que evidenciam a existência de estruturas para armazenamento de água de chuva anteriores a 3.000 anos a.C., sendo encontradas em diversos locais, incluindo a Índia, Grécia, Itália, Egito, Turquia, México e o deserto de Negev em Israel<sup>4</sup>.

Ao analisar-se a frequência de exemplos e pesquisas publicadas que tratam do tema aproveitamento de água da chuva pode-se destacar a Alemanha, o Japão e os Estados Unidos como sendo os países com maior índice de utilização de sistemas de aproveitamento de águas pluviais.

A presente escassez de água repercutiu em um interesse por parte da população, das indústrias e grandes empresas na captação e aproveitamento da água proveniente das chuvas, visando sustentabilidade, além de benefícios econômicos e ambientais.

Um exemplo recente do aproveitamento da água da chuva pode ser visto nos estádios construídos para sediar a copa do mundo que aconteceu no Brasil no ano de 2014. A cobertura do Estádio Beira Rio, em Porto Alegre-RS, é um dos principais diferenciais do projeto: em membrana de um material reciclado e com maior

---

<sup>4</sup>KRISHNA 2002, *et al.*

durabilidade, e com tecnologia “autolimpante”, ela utiliza o mínimo de água possível, além de reduzir a absorção do calor. A água da chuva que cai na cobertura é reaproveitada para irrigação de gramados e jardins, limpeza de áreas externas, lavagem das arquibancadas e descarga de vasos sanitários. No anel interno, é armazenada a água das arquibancadas, enquanto o anel externo guarda o volume da cobertura.

Um conjunto de 20 módulos faz a captação da água da chuva no ponto mais alto da cobertura do Beira-Rio. A água é levada para cisternas e reservatórios, onde parte para ser tratada e reaproveitada em sanitários, jardins, limpeza de áreas externas e também na própria irrigação do gramado. Para contribuir com economia de água, os banheiros contam com mictórios a seco e sanitários com controladores de vazão e fechamento automático. Torneiras e duchas são do tipo hidromecânico, ou seja, com regulagem em razão da pressão<sup>5</sup>.

De acordo com a Norma Brasileira ABNT NBR 15527<sup>6</sup>, as águas de chuva podem ser utilizadas para fins não potáveis, por exemplo: descargas em bacias sanitárias, irrigação de gramados e plantas ornamentais, lavagem de veículos, limpeza de calçadas e ruas, limpeza de pátios, espelhos d’água e usos industriais.

### 2.3. BENEFÍCIOS AMBIENTAIS DO APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA

O aproveitamento de água da chuva é uma fonte alternativa usada para suprir a necessidade com atividades que podem ser executadas com água não potável.

Apesar de não se dedicar ao tema do aproveitamento de água de chuva em sua obra, apresenta uma reflexão bastante contundente no sentido de entender que a água é um recurso nobre, independentemente de sua escassez ou abundância, e que deve ser utilizado com parcimônia, avaliando sempre a possibilidade de obtê-la de fontes alternativas, como por exemplo: água subterrânea, reuso de águas servidas e água de chuva<sup>7</sup>.

Em regiões áridas e com escassez de águas subterrâneas, ou ainda, impróprias para o uso potável por conter minerais e sais de difícil remoção, o

---

<sup>5</sup> REVISTA TÊCHNE, EDITORA PINI, 2014, ed. 207, p. 57.

<sup>6</sup>NBR 15527 de 24/09/2007- Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos.

<sup>7</sup>REBOUÇAS, 2004.

aproveitamento de água de chuva é indicado como uma alternativa viável, e utilizando esta água para o consumo humano, animal e para irrigação permite que mais água fique disponível no meio ambiente para atender as necessidades da biota local<sup>8</sup>.

O aproveitamento de água de chuva muitas vezes é abordado em paralelo com as medidas de uso racional da água, que buscam reduzir o volume de água demandado reduzindo desperdícios e aumentando a eficiência dos aparelhos sanitários<sup>9</sup>. Estas medidas que devem ser postas em prática por cada cidadão, exigindo, para tanto, que campanhas educativas difundam as vantagens destas medidas.

Os benefícios que o aproveitamento da água de chuva acarreta, são bastante divulgados e citados em pesquisas, manuais e decretos a respeito do assunto. Os mais enfatizados são os econômicos e os ambientais.

O benefício econômico é gerado pela diminuição do consumo de água tarifada, logo, redução do valor a pagar. Essa medida apesar de visar o benefício financeiro tem uma consequência ambiental importante, a redução dos volumes captados dos mananciais, promovendo a preservação dos recursos hídricos.

Além da preocupação financeira, a utilização de água da chuva representa grande responsabilidade social e consciência ambiental.

De acordo com o Manual de Orientação Atuação do Profissional na Área Ambiental – CREA-MG/2010, Desenvolvimento Sustentável é o desenvolvimento capaz de suprir as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade de atender as futuras gerações. É o desenvolvimento que não esgota os recursos naturais para o futuro.

Alguns dos benefícios ambientais que o aproveitamento de água de chuva promove estão condensados nos seguintes itens:

- Ao ser utilizado na irrigação recarrega os aquíferos e pereniza os cursos d'água;
- Ao reduzir os volumes captados dos mananciais superficiais, a maior disponibilidade nestes acaba por propiciar maior capacidade de manutenção da biota e de diluição de contaminantes;

---

<sup>8</sup>WATERFALL, 1998; CAMPO; NETO, 2003; TCEQ, 2007.

<sup>9</sup>ANA, 2005.

- Redução do consumo de energia para bombeamento de água em análise global;
- Desperta a consciência ambiental da população.

## 2.4. EDUCAÇÃO AMBIENTAL

O cenário atual dos recursos hídricos no Brasil indica a necessidade de práticas dedicadas à preservação da natureza.

As atitudes propostas pelo governo para enfrentar a crise são válidas e de suma importância. A prática imediata terá resultados satisfatórios para amenizar o problema. Contudo, essa realidade tende a perdurar por mais tempo e a população terá de aprender a viver em uma sociedade organizada de maneira sustentável. A consciência ambiental, além de todas as atitudes, deve ser inculcada na população a fim de garantir a vida das futuras gerações.

A educação ambiental tem uma visão integrada do papel do ser humano, sociedade e natureza no contexto da escassez dos recursos naturais. Visa estimular a percepção ambiental, o autoconhecimento e o respeito a todas as formas de vida.

### 2.4.1. Educação de pais para filhos

O ser humano não nasce educado, ele precisa ser guiado pelos pais ou responsáveis até que adquira maturidade para tirar suas próprias conclusões e assumir seus próprios atos.

A criança segue a marcha da sociedade, que hoje é ditada, pela mídia. As propagandas veiculadas pelos meios de comunicação incentivam o consumismo exagerado, depositam nele a felicidade e satisfação pessoal. A cultura capitalista voltada para o lucro econômico ignora a consequência desastrosa que traz para o meio ambiente e para as gerações futuras.

Neste sentido, afirma MANSOLDO (2012) que:

Os rios transformados em geradores de energia para mover indústrias ou usados como carreadores de resíduos de toda ordem; as florestas transformadas em carvão para alimentar máquinas; as montanhas dizimadas pela exploração de minérios para a produção de máquinas de produzirem outras máquinas; a exaustão do solo cultivável; os animais dizimados em seus ambientes pela especulação imobiliária ou para construção de rodovias e hidrelétricas, enfim, um processo de produção e consumo, visando ao lucro sem limites e gerando destruição sem precedentes. Até que se faz o alerta: os recursos naturais estão sendo subtraídos sem levar em conta seus ciclos de recarga, e o resultado dessa operação é obvio – o desequilíbrio<sup>10</sup>.

A necessidade de educação voltada para a preservação do meio ambiente teve foco depois que a população passou a valorizar a indústria e a tecnologia como máxima para a vida, colocando a natureza em segundo plano. Os recursos naturais, atualmente, são usados para satisfação e manutenção da evolução industrial e tecnológica; colocando o futuro da espécie em risco.

Com o intuito de divulgar educação ambiental autores estão dedicando obras com conteúdo e exemplos de práticas em grupo sobre o assunto. Em Belo Horizonte, a Organização Não Governamental (ONG), Centro de Ecologia Integral (CEI), estuda as relações entre os seres humanos, a sociedade e a natureza. O centro defende a interdependência das três dimensões, ampliando a responsabilidade com a terra, pois cada ação individual reflete não só no presente, mas também no futuro do nosso planeta.

A educação é transmitida de pais para filhos, por isso, deve primeiro atingir a população com maturidade de raciocínio e depois ser repassada para as novas gerações, garantindo assim, uma consciência ambiental sólida.

#### **2.4.2. Consciência ambiental**

Todos os seres vivos buscam a sobrevivência. Para fins de refletir sobre essa afirmativa, são observados os costumes da vida na natureza e da vida humana.

---

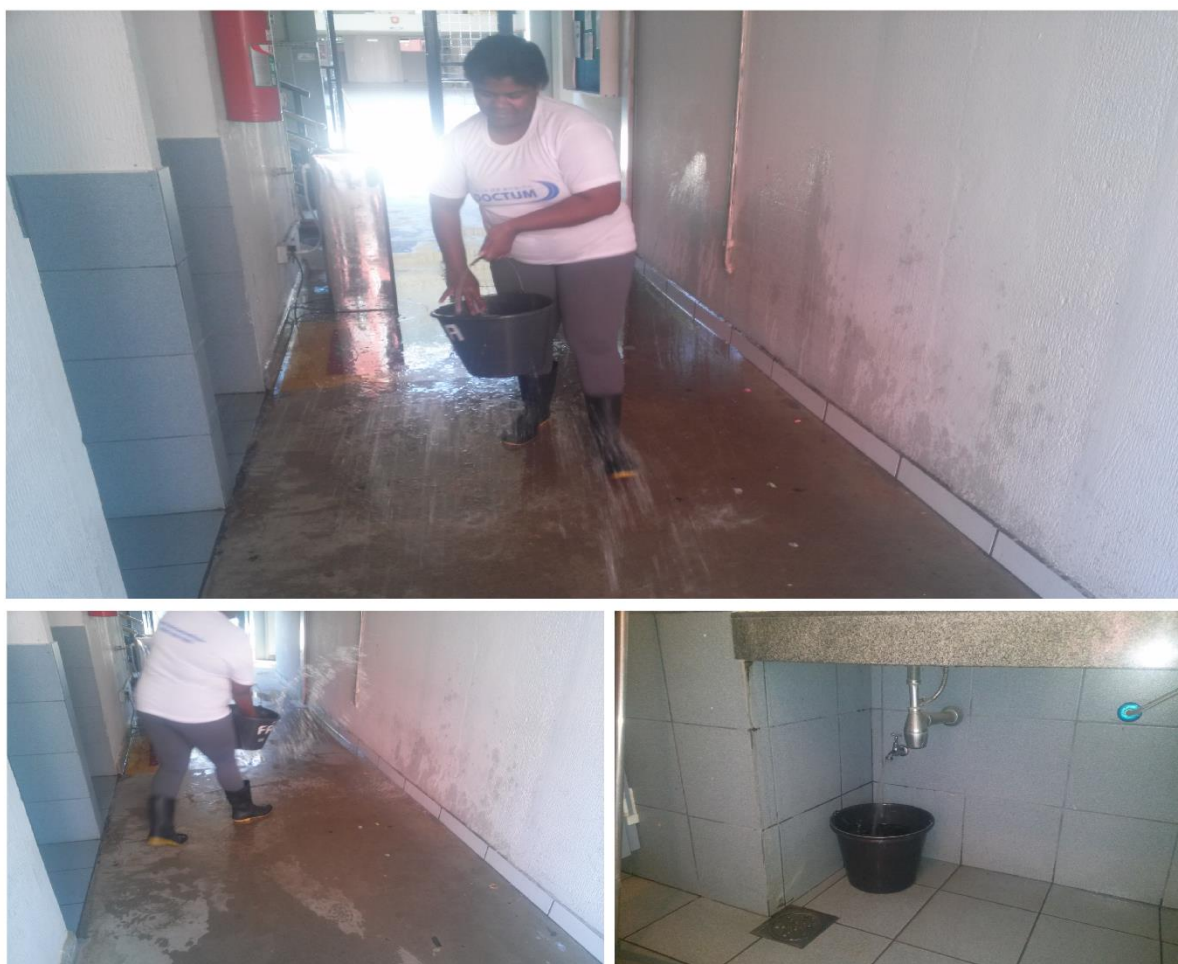
<sup>10</sup> MANSOLDO, 2012, p.13.

O ciclo da natureza é perfeito. A frase de Antoine Laurent de Lavoisier, “na natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma”, reafirma a base da sustentabilidade do meio ambiente.

O modelo de sustentabilidade dos ciclos de vida da natureza é um verdadeiro processo de reciclagem, cada planta ou animal só utiliza os recursos estritamente necessários à sua sobrevivência e todo resíduo produzido é imediatamente absorvidos por outros seres vivos, sem poluição, sem desperdícios, renovando a vida no planeta, dia após dia<sup>11</sup>.

## FIGURA 2

Uso de água tratada para limpeza, na Unidade Doctum Teófilo Otoni



Fonte: Acervo próprio, 04/11/2015

O ser humano deveria seguir o mesmo caminho da natureza, viver em uma sociedade organizada de maneira sustentável. Porém, a sociedade utiliza os

---

<sup>11</sup>MANSOLDO, 2012, p.35.

recursos naturais além do necessário, fazendo movimento inverso do ciclo da natureza, muitas vezes destruindo as fontes primárias, como por exemplo, as nascentes d'água. É complicado falar de vida na terra sem água.

A educação ambiental tem função de despertar na população boas práticas ambientais, visando a preservação da natureza, a transmissão de consciência ambiental de pais para filhos, o consumo controlado, os benefícios da vida em contato com a natureza, além de outros valores que garantem melhor qualidade de vida.

É importante para o ser humano, buscar o equilíbrio entre a vida virtual e a vida natural. O crescimento econômico e tecnológico mantém o mundo em movimento, colocam as pessoas interligadas com a ciência; a preservação da natureza garante a vida no mundo, para que as pessoas, possam usufruir de todo esse avanço.

Então, se o desenvolvimento econômico vai bem e o ser humano vai mal, o que fazer? Ou continuamos como estamos, e assistiremos em breve ao colapso de todo o sistema, pelo agravamento das patologias humanas e da violência, ou reorganizamos o sistema, para o desenvolvimento humano e o bem-estar de toda a vida na terra<sup>12</sup>.

---

<sup>12</sup>MANSOLDO, 2012, p22.



### 3. ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA DE INSTALAÇÃO DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO E APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA, PARA USO NÃO POTÁVEL NAS FACULDADES DOCTUM TEÓFILO OTONI

FIGURA 3

Vista lateral do bloco B da faculdade Doctum Teófilo Otoni



Fonte: acervo próprio, 04/11/2015

#### 3.1. PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA

Entende-se por precipitação pluviométrica a água proveniente do vapor de água da atmosfera depositada na superfície terrestre sobre qualquer forma: chuva, granizo, neblina, neve, orvalho ou geada. Neste estudo vamos levar em consideração a precipitação pluviométrica gerada na forma de chuva.

Segundo dados da RBGF (Revista Brasileira de Geografia Física), a precipitação pluviométrica pode ser assim dividida: precipitação diária (P, em mm) foi dividida nas seguintes classes, conforme tabela 1.

TABELA 1  
Classificação dos volumes de precipitação

| <b>CLASSIFICAÇÃO</b>    | <b>INTENSIDADE P (mm)</b> |
|-------------------------|---------------------------|
| Dia Seco (DS)           | $P < 2,2$                 |
| Chuva Muito Fraca (Cmf) | $2,2 \leq P < 4,2$        |
| Chuva Fraca (Cf)        | $4,2 \leq P < 8,4$        |
| Chuva Moderada (CM)     | $8,4 \leq P < 18,6$       |
| Chuva Forte (CF)        | $18,6 \leq P < 55,3$      |
| Chuva Muito Forte (CMF) | $P \geq 55,3$             |

Fonte: RBGF (Revista Brasileira de Geografia Física)

Tomando-se em conta uma chuva forte (CF), onde se tem em entre  $18,6 \leq P < 55,3$  mm/d de precipitação, em média 36,95 mm/d, em uma área de telhado de 3.806 m<sup>2</sup>, como no caso da instituição, a captação de água resultaria em 112.505 litros por chuva forte, ou seja, uma quantidade expressiva que poderia suprir parte da demanda da instituição. O aproveitamento dessa água, além de benefício econômico, gera benefício ambiental, evitando transtornos com alagamentos.

TABELA 2

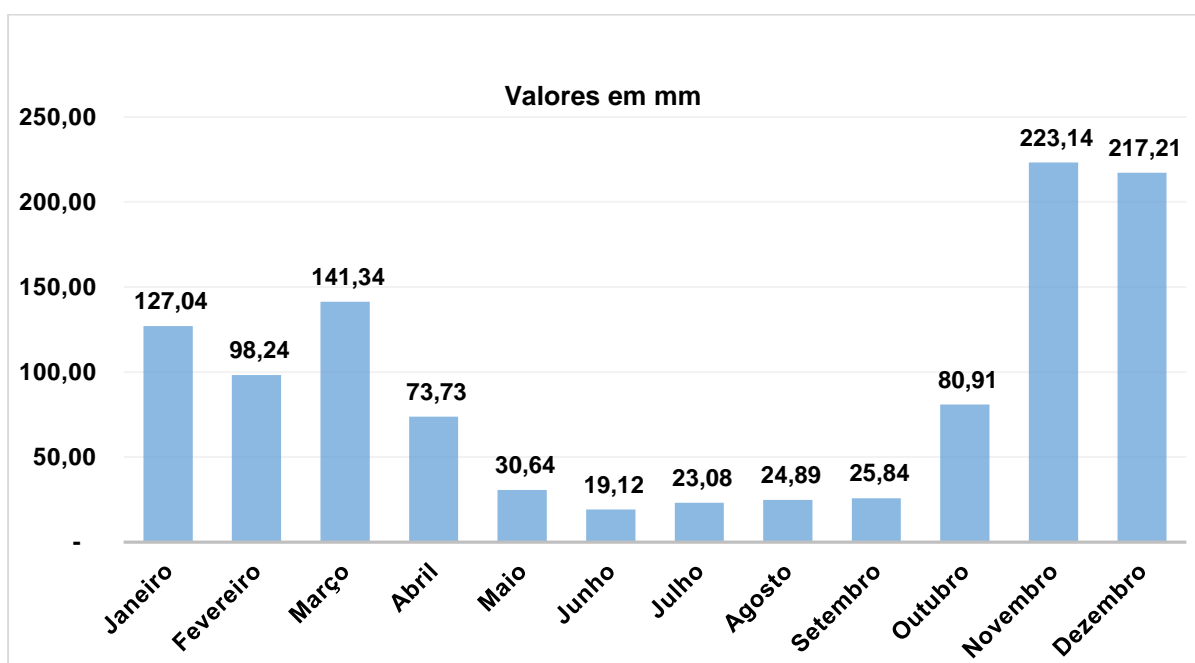
Histórico de medições de precipitações em Teófilo Otoni, dados coletados pela COPASA (Companhia de Saneamento de Minas Gerais)

| <b>Relatório Totais Pluviométricos</b> |       |       |       |       |      |      |      |      |       |       |       |       |
|--|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| <b>09/11/2015 15:29</b>                |       |       |       |       |      |      |      |      |       |       |       |       |
| <i>Município: TEOFILO OTONI</i>        |       |       |       |       |      |      |      |      |       |       |       |       |
| <i>Chave da Estação: 3346</i>          |       |       |       |       |      |      |      |      |       |       |       |       |
| Ano da Medição                         | Jan   | Fev   | Mar   | Abr   | Mai  | Jun  | Jul  | Ago  | Set   | Out   | Nov   | Dez   |
| 1999                                   |       |       |       |       |      | 5,4  | 50,3 | 12,8 | 24,8  | 73,2  | 187   | 183,2 |
| 2000                                   |       | 134,1 | 163,2 | 37,6  | 33,8 | 13,6 | 27,2 | 30,6 | 38,7  | 5,7   | 218,6 | 232,9 |
| 2001                                   | 17,5  | 32,9  | 124,4 | 29,9  | 11,8 | 42,6 | 11,1 | 14,6 | 28,7  | 82,8  | 230,3 | 138,3 |
| 2002                                   | 221,6 | 329,5 | 72,9  | 19,2  | 17,8 | 14   | 14,9 | 64,2 | 107,3 | 0     | 182,6 | 107,8 |
| 2003                                   | 139,9 | 44,9  | 43    | 35,78 | 19,6 | 0    | 9    | 14   | 22,1  | 9,8   | 122,4 | 275,5 |
| 2004                                   | 152,2 | 113,8 | 273,8 | 133,2 | 7,6  | 14,2 | 64,5 | 1,9  | 2,2   | 191,1 | 66,9  | 385,5 |
| 2005                                   | 284,5 | 303,6 | 207,4 | 92,3  | 83,7 | 42,5 | 54,6 | 53,8 | 25,7  | 48,7  | 279,4 | 264,7 |
| 2006                                   | 14,4  | 41,8  | 265,9 | 167,9 | 6,7  | 24   | 6,8  | 1,9  | 44,9  | 51,2  | 336,8 | 347,4 |
| 2007                                   | 90,4  | 111,1 | 45,8  | 53,8  | 48,2 | 1,2  | 18,6 | 23,1 | 19    | 7,3   | 106   | 84,8  |
| 2008                                   | 111,8 | 175,7 | 91,9  | 98,2  | 0    | 1,3  | 4,6  | 16   | 35,3  | 1,1   | 491,5 | 209,5 |
| 2009                                   | 229,5 | 11,1  | 173,9 | 86,7  | 30,9 | 33,3 | 22,2 | 33,1 | 5,4   | 345,9 | 122,9 | 136,9 |
| 2010                                   | 7,8   | 37,9  | 282,7 | 58,3  | 92,6 | 7,2  | 44,7 | 3,6  | 18,4  | 40,5  | 257,6 | 131,4 |
| 2011                                   | 72,2  | 53,2  | 168,3 | 141,7 | 4,5  | 0,7  | 34,2 | 12,1 | 2,9   | 172,7 | 231,8 | 157,2 |
| 2012                                   | 174,9 | 46,5  | 22,7  | 50,7  | 56,2 | 6,4  | 16,5 | 80,6 | 27,5  | 12    | 462,1 | 50,8  |
| 2013                                   | 195,4 | 25,8  | 106   | 34,3  | 42,7 | 37,8 | 8,8  | 8,5  | 21,7  | 44,9  | 98,1  | 544,1 |
| 2014                                   | 66,5  | 47,5  | 100,1 | 30,3  | 6,7  | 42,5 | 12,6 | 21,1 | 0,6   | 124,8 | 135,6 | 207,1 |
| 2015                                   | 0     | 100,8 | 92,2  | 56,2  | 38,3 | 29   | 17,4 | 26,6 | 0,8   | 16,5  |       |       |

Fonte: COPASA Teófilo Otoni

GRÁFICO 1

Média Pluviométrica de Teófilo Otoni, de acordo com dados de medições da COPASA de Jan/2001 a Dez/2014



Fonte: COPASA Teófilo Otoni

Teófilo Otoni possui média pluviométrica histórica de 1.085 mm anual (COPASA), com picos de chuvas no verão. Dados representados pelo gráfico acima.

TABELA 3  
Coeficiente de escoamento superficial

| <b>Tipo de cobertura</b>                 | <b>Coeficiente de Escoamento Superficial (c)</b> |
|--|--|
| Telhas cerâmicas                         | 0,80 a 0,90                                      |
| Telhas, lajotas e ladrilhos vitrificados | 0,90 a 0,95                                      |
| Telhas de cimento amianto                | 0,70 a 0,85                                      |
| Telhas metálicas corrugadas              | 0,80 a 0,95                                      |
| Lajotas e blocos de concreto             | 0,70 a 0,80                                      |
| Lajotas e bloco de granito               | 0,90 a 0,95                                      |
| Pavimento de concreto                    | 0,80 a 0,95                                      |
| Pavimentos asfálticos                    | 0,70 a 0,90                                      |

Fonte: Fendrich, (2002)

A tabela 4, abaixo, relaciona a precipitação média mensal representada pelo gráfico 1, com o volume potencial de captação de água dos telhados da Unidade Doctum Teófilo Otoni / MG. Foi utilizado o Coeficiente de Escoamento Superficial 0,80, telhas metálicas corrugadas, conforme tabela 3.

TABELA 4

Volume potencial médio mensal para a superfície total de intercepção

| <b>Mês</b>   | <b>Precipitação média mensal (mm)</b> | <b>Volume potencial de captação (m<sup>3</sup>)</b> |
|--------------|---------------------------------------|---|
| Janeiro      | 127,04                                | 386,81  |
| Fevereiro    | 98,24                                 | 299,12  |
| Março        | 141,34                                | 430,35  |
| Abril        | 73,73                                 | 224,49  |
| Maio         | 30,64                                 | 93,29   |
| Junho        | 19,12                                 | 58,22   |
| Julho        | 23,08                                 | 70,27   |
| Agosto       | 24,89                                 | 75,79   |
| Setembro     | 25,89                                 | 78,83   |
| Outubro      | 80,91                                 | 246,35  |
| Novembro     | 223,14                                | 679,42  |
| Dezembro     | 217,21                                | 661,36  |
| <b>TOTAL</b> | <b>-</b>                              | <b>3304,31</b>                                      |

Fonte: Dados dos próprios autores

De acordo com os dados apresentados, a precipitação pluviométrica local e a capacidade de captação proporcionada pela área de cobertura do imóvel em questão, a capacidade de reservação média chega a 3.304,31m<sup>3</sup> de água da chuva.

Vale salientar que o uso da água ocorre ao longo de todo ano, com consumo reduzido nos períodos de recesso e não podendo assim ser mensurado de forma exata; por outro lado o armazenamento é sazonal conforme o comportamento das chuvas locais. O reservatório foi dimensionado visando o período principal de chuvas, novembro a março, com picos no verão. Esse fato pode ser considerado como ponto fraco do projeto, pois o consumo de água nesse período é menor, devido ao recesso escolar. Fazendo-se necessário a construção de reservatórios de grande porte.

A captação de água da chuva apurada pela média mensal, 275,3 m<sup>3</sup>, ultrapassa o consumo de água potável média mensal 227 m<sup>3</sup>, confirmando a viabilidade técnica do projeto. O consumo de água potável da Unidade Doctum

Teófilo Otoni é ratificado pela conta de água da Companhia de Saneamento de Minas Gerais – COPASA de 09/2015, onde é possível ter acesso a dados de consumo dos últimos 12 meses.

### 3.2. SISTEMA DE CAPTAÇÃO, ARMAZENAMENTO E DISTRIBUIÇÃO

O sistema de captação de água da chuva consiste na captação das precipitações pluviais pelos telhados através das calhas, onde é conduzida pelas tubulações até um reservatório, e posteriormente bombeada para uma caixa d'água e distribuída por um sistema hidráulico independente.

A água da chuva é um recurso hídrico de uso não potável. O aproveitamento desse recurso é indicado para rega de jardins, campos de futebol, quadras de tênis e plantações, lavagem de veículos, limpeza em geral, descargas em bacias sanitárias, banhos de animais domésticos, piscinas, resfriamento de máquinas industriais, corte de mármore e granitos, entre outros. Em caso de extrema necessidade essa água poderá ser consumida para ingestão após tratamento prévio.

É importante salientar que a água da chuva que pode ser usada para aproveitamento é a água captada pelos telhados, aquela acumulada no piso ou alagamentos é poluída, e nunca deve ser coletada. O reuso de água da chuva é regulamentada pela Norma Brasileira ABNT NBR 15527.

O estudo para instalação do sistema foi realizado nas instalações da Unidade Doctum Teófilo Otoni, situada à Rua Gustavo Leonardo nº1127, Bairro São Jacinto, na cidade de Teófilo Otoni/MG. O imóvel possuirá, após término de obras de ampliação em andamento, 3806 m<sup>2</sup> de telhado, com calhas para escoamento da água, o que significa que boa parte da estrutura já está pronta, facilitando o trabalho.

Para completar o sistema será necessário construir os reservatórios e instalar a rede hidráulica independente para distribuição da água coletada, onde serão concentrados os gastos financeiros do projeto.

### 3.3. CONSUMO DE ÁGUA POTÁVEL

A água potável urbana é fornecida por companhia de saneamento básico. O desenvolvimento de sistemas de abastecimento foi necessário a partir do momento em que o homem passou a viver em aglomerados urbanos, pois o adensamento de pessoas exigiu alguma garantia de atendimento, tanto de quantidade, quanto de qualidade da água fornecida à população. Atualmente isso ocorre sem que muitos dos consumidores saibam que a água teve origem a quilômetros de distância, e que passou por um complexo tratamento.

A água potável da cidade de Teófilo Otoni é fornecida pela COPASA. A tabela 5 fornece os dados do consumo de água potável da Unidade Doctum Teófilo Otoni referente ao mês 09/2015, juntamente com o consumo dos últimos doze meses.

TABELA 5

Consumo mensal de água tratada no setor de medição

| <b>Mês</b>         | <b>Ano</b> | <b>Consumo mensal de água tratada (m<sup>3</sup>)</b> |
|--------------------|------------|---|
| Outubro            | 2014       | 251   |
| Novembro           | 2014       | 272   |
| Dezembro           | 2014       | 148   |
| Janeiro            | 2015       | 115   |
| Fevereiro          | 2015       | 248   |
| Março              | 2015       | 203   |
| Abril              | 2015       | 254   |
| Maio               | 2015       | 297   |
| Junho              | 2015       | 220   |
| Julho              | 2015       | 153   |
| Agosto             | 2015       | 233   |
| Setembro           | 2015       | 331   |
| <b>Total Anual</b> | -          | <b>2725</b>   |

Fonte: Dados da fatura de água referente ao mês 09/2015

O uso de água potável é necessário para: ingestão, lavagem de mãos, banho, higiene bucal e preparo dos alimentos. Desta forma outras atividades, como: descarga sanitária, limpeza geral, rega de gramado, entre outras, poderá ser realizada com água não potável.

O principal uso da água tratada na Unidade Doctum de Teófilo Otoni é feito em abastecimento dos bebedores e lavagem de mãos. Para mensurar o consumo dessas atividades foram feitos cálculos baseados no número de alunos, número de dias e quantidade média de água por uso.

Segundo Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego, Campos dos Goytacazes/RJ, v.6 n.1, p.115-137, jan. / Jun.2012 o gasto individual por utilização do bebedouro é de 150ml, e considerando ainda o uso uma vez por dia, por 2.300 alunos da Unidade Doctum de Teófilo Otoni, resulta em um gasto de 345 litros por dia e em 22 dias úteis por mês, o consumo de 7.590 litros por mês. Lembrando que na Doctum trabalham em média 100 funcionários por dia, mas como também não é todo dia que todos os alunos estão presentes, esse número de funcionários foi considerado uma margem de erro.

Segundo a SABESP, um lavatório possui um gasto médio por aluno de 600 ml, e considerado ainda o uso uma vez por dia, por 2.300 alunos das Faculdades Doctum Teófilo Otoni, resulta em um gasto de 1380 litros por dia, e em 22 dias úteis por mês, o consumo é de 30.360 litros por mês.

Acredita-se que uso entre bebedouros e lavatórios é aproximadamente de 38.000 litros por mês. Este consumo representa 16,3 % do consumo geral da água fornecida pela companhia de saneamento. Conclui-se que os 83,7% restante, que corresponde a 195m<sup>3</sup> poderia ser substituído por água não potável, gerando economia financeira para a instituição e preservação de recursos hídricos. Segue, abaixo, tabelas com os cálculos usados neste tópico.

Foi observado que, uma forma de se diminuir os gastos com água nos lavatórios, seria, a substituição das torneiras atuais, por torneiras de pressão, uma vez que estas economizam até 70% em relação às convencionais.



TABELA 6

Estimativa de gastos de água potável com base em dados do: Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego, Campos dos Goytacazes/RJ, v.6 n.1, p.115-137, jan. / jun.2012 e SABESP

| <b>Aparelho</b> | <b>Gasto de água potável mensal médio (m<sup>3</sup>)</b> | <b>Gasto de água potável anual médio (m<sup>3</sup>)</b> |
|-----------------|---|--|
| Lavatório       | 30  | 360  |
| Bebedouro       | 8   | 96   |
| <b>Total</b>    | <b>38</b>   | <b>456</b>   |

Fonte: Dados dos próprios autores

TABELA 7

Relação dos gastos com água potável e capacidade de captação de água não potável na faculdade Doctum Teófilo Otoni

| <b>Gasto anual geral de água potável (m<sup>3</sup>)</b> | <b>Gasto realmente necessário (m<sup>3</sup>)</b> | <b>Água potável substituível (m<sup>3</sup>)</b> | <b>Capacidade de captação dos telhados (m<sup>3</sup>)</b> |
|--|---|--|--|
| 2794   | 456   | 2338   | 3328   |

Fonte: Dados dos próprios autores

### 3.4. DIMENSIONAMENTO DOS RESERVATÓRIOS

Os métodos mais utilizados para dimensionamento de reservatórios são o Rippl, Azevedo Neto, Prático Alemão, Prático Inglês e Prático Australiano. Todos são apresentados na NBR 15527:2007. No presente trabalho optamos pela técnica mais utilizada para efetuar o dimensionamento de reservatório de água da chuva que é o método de Rippl.

### 3.4.1. Método de Rippl

Neste método, o volume de água que escoar pela superfície de captação, é subtraído da demanda de água pluvial em um mesmo intervalo de tempo. A máxima diferença acumulada positiva é o volume do reservatório para 100% de confiança<sup>13</sup>.

É um método de cálculo de volume de armazenamento necessário para garantir uma vazão regularizada constante durante o período mais crítico de estiagem observado. Nesse contexto apresenta-se uma planilha construída na ferramenta de cálculos Microsoft Excel, com dados obtidos na pesquisa prévia.

TABELA 8

Tabela do dimensionamento dos reservatórios, segundo o método Rippl

| ANÁLISE DE SIMULAÇÃO DO RESERVATÓRIO |                         |                     |                       |                             |                                    |  |  |
|--------------------------------------|-------------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------------|------------------------------------|--|--|
| Coeficiente de runoff (CR)           |                         | 0,8                 |                       |                             |                                    |  |  |
| Volume do reservatório (m³)          |                         | 850                 |                       |                             |                                    |  |  |
| Meses                                | Chuva média mensal (mm) | Demanda mensal (m³) | Área de captação (m²) | Volume de chuva mensal (m³) | Volume do reservatório fixado (m³) | Volume do reservatório no tempo (t-1) (m³) | Volume do reservatório no tempo (t) (m³) |
| Coluna 1                             | Coluna 2                | Coluna 3            | Coluna 4              | Coluna 5                    | Coluna 6                           | Coluna 7                                   | Coluna 8                                 |
| Janeiro                              | 127,04                  | 115                 | 3806                  | 387                         | 850                                | 0  | 850                                      |
| Fevereiro                            | 98,24                   | 248                 | 3806                  | 299                         | 850                                | 850  | 850                                      |
| Março                                | 141,34                  | 203                 | 3806                  | 430                         | 850                                | 850  | 850                                      |
| Abril                                | 73,73                   | 254                 | 3806                  | 224                         | 850                                | 850  | 820                                      |
| Mai                                  | 30,64                   | 297                 | 3806                  | 93                          | 850                                | 820  | 616                                      |
| Junho                                | 19,12                   | 220                 | 3806                  | 58                          | 850                                | 616  | 454                                      |
| Julho                                | 23,08                   | 153                 | 3806                  | 70                          | 850                                | 454  | 371                                      |
| Agosto                               | 24,89                   | 233                 | 3806                  | 76                          | 850                                | 371  | 214                                      |
| Setembro                             | 25,89                   | 331                 | 3806                  | 79                          | 850                                | 214  | -38                                      |
| Outubro                              | 80,91                   | 251                 | 3806                  | 246                         | 850                                | 0  | -5                                       |
| Novembro                             | 223,14                  | 272                 | 3806                  | 679                         | 850                                | 0  | 407                                      |
| Dezembro                             | 217,21                  | 148                 | 3806                  | 661                         | 850                                | 407  | 850                                      |
| <b>Total</b>                         | <b>1085,23</b>          | <b>2725</b>         |                       | <b>3302</b>                 |                                    |  |  |

#### Descrição da planilha:

**Coluna 1** = Meses.

**Coluna 2** = Intensidade pluviométrica mensal.

**Coluna 3** = Demanda mensal de água pluvial da edificação.

**Coluna 4** = Área de captação da edificação.

**Coluna 5** = (Coluna 2) x (Coluna 4) x (Coeficiente de runoff) / (100).

**Coluna 6** = Corresponde ao volume definido para o reservatório.

**Coluna 7** = Se (Coluna 8 mês anterior) for menor que zero, adotar zero.

Se (Coluna 8 mês anterior) for maior ou igual a zero, adotar o valor.

Valor de janeiro igual a zero.

**Coluna 8** = Se (Coluna 5) + (Coluna 7) - (Coluna 3) for maior que (Coluna 6) adotar o valor da (Coluna 6).

Se (Coluna 5) + (Coluna 7) - (Coluna 3) for igual ou menor que (Coluna 6) adotar (Coluna 5) + (Coluna 7) - (Coluna 3).

Valor de janeiro igual o volume do reservatório.

Fonte: ABNT NBR 12217:1994, Projeto de reservatório de distribuição de água para abastecimento público

<sup>13</sup> SCHILLER; LATHAN, 1982.

Será necessário reservar 850m<sup>3</sup> de água, para que a água possa suprir a necessidade durante o período de estiagem. Um único reservatório seria incompatível devido ao grande tamanho, sendo então aconselhável dividi-lo em reservatórios menores, existem no mercado reservatórios de até 200m<sup>3</sup>, viabilizando tecnicamente o projeto. Junto com os reservatórios serão necessários também filtros, para descarte de resíduo sólido e reservatórios próprios para descarte do primeiro mm de chuva, além de conjuntos de sucção para bombeamento da água. O primeiro volume de chuva é impuro, arrasta consigo poluentes, por isso deve ser descartado.

Após o armazenamento, a água deverá ser redistribuída por meio de conjuntos de sucção para caixas d'água, localizadas nas lajes superiores dos banheiros, locais de maior fluxo do reuso de água não potável, em descargas nas bacias sanitárias.

### 3.5. RELAÇÃO CUSTO-BENEFÍCIO

O custo-benefício é a relação entre o investimento e o que se recebe como lucro, ou seja, toda relação estabelecida entre o que se gasta e o que se recebe em troca. Os dados usados para comparação devem ser expressos em valores monetários.

A análise do custo-benefício é feita a partir da comparação dos custos para implantação e manutenção do sistema de captação de água pluvial, em relação aos gastos atuais sem o sistema.

Atualmente a instalação do projeto é vista como opção de investimento, porém com a persistência da crise hídrica pode se tornar uma necessidade ou até mesmo uma obrigação. Assim a vida social sustentável é o caminho para garantir a sobrevivência das próximas gerações.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio deste trabalho, pretendeu-se demonstrar a necessidade do consumo consciente e além disso, comprovar que a água potável pode ser economizada se substituída em tarefas que não necessitem efetivamente de sua utilização, a partir da captação das chuvas. Deve-se ter sempre em mente que a água é considerada o bem mais precioso da humanidade no século XXI, por isso ações para sua conservação não podem ser dispensadas.

A água não pode ser classificada como produto qualquer, mas sim de um bem vital para qualquer espécie de vida no planeta. Portanto, devemos analisar sob um ponto de vista diferente, encarando-a como uma necessidade real, sem outro que a substitua. Depois de analisarmos o cenário atual detectou-se que, a maior parcela da população, empresários e governantes, ainda não se sensibilizaram para a gravidade da atual situação e os erros hoje atuais são os mesmos há décadas. Acredita-se que é preciso uma conscientização social, pois este é um problema no qual deve ser resolvido de forma coletiva, priorizando o respeito à natureza e responsabilidade na utilização dos recursos naturais.

A Instituição Doctum possui um excelente potencial de captar água da chuva para fins não potáveis, por ter pronto 3806m<sup>2</sup> de telhados com calhas, precisando de pequenas adaptações para que o sistema de reaproveitamento de água da chuva funcione. Já é provado que não é necessário o uso de água potável para descargas sanitárias, lavar banheiros, pisos e regar gramados, sendo que 83,7% do consumo da faculdade é para esse fim.

Finalmente, após serem demonstradas as consequências negativas do mau uso dos recursos hídricos e os benefícios da utilização de um sistema de coleta de água proveniente das chuvas, chegamos à conclusão que no momento atual, ainda é uma opção de investimento, porém, dentro de pouco tempo pode ser uma necessidade, podendo se tornar uma obrigação.

Como sugestão para trabalhos futuros, pode se aprofundar nos estudos da viabilidade econômica, reuso de água cinza, e o armazenamento do volume de água extravasado.

## REFERÊNCIAS

Acquasave, Disponível em: <<http://www.acquasave.com.br>>. Acesso em: 21/04/2015.

ANA, Agência Nacional de Águas do Brasil, Superintendência de Conservação de Água e Solo, Conservação e Reuso da água em Edificação, Editora Prol, São Paulo/SP – Brasil, p. 151, 2005.

ANA, Agência Nacional de Águas do Brasil, Superintendência de usos múltiplos – Convivência com as Secas, 2010. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br/GestaoRecHidricos/UsosMultiplos?seca.asp>>. Acesso em: 10/08/2015.

AWWA (*American Water Works Association*). Disponível em: <[www.awwa.org](http://www.awwa.org)>. Acesso em: 21/04/2015.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15527: “Água de Chuva – Aproveitamento de áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos” - Rio de Janeiro, outubro de 2007, 8p.

BARROS, Marcos. Custos e Benefícios no Aproveitamento de Água de Chuva. Seminário Internacional Aproveitamento de Água de Chuva Câmara Municipal de São Paulo, 23 de Agosto de 2011. Disponível em: <<http://www.acquacon.com.br/aguadechuva/marcos.pdf>>. Acesso em: 22 de outubro de 2015.

Bellen, H. M. Van, Indicadores de Sustentabilidade: uma Análise Comparativa – Editora FGV – Rio de Janeiro – Brasil, p. 256, 2005.

IPT (*instituto de pesquisas tecnológicas*) Manual para captação e uso doméstico da água da chuva. Disponível em:

<[www.issuu.com/iptmarketing/docs/cartilhachuva\\_final\\_20mar15/1?e=3357955/11957357](http://www.issuu.com/iptmarketing/docs/cartilhachuva_final_20mar15/1?e=3357955/11957357)>.

MANSOLDO, Ana. Educação ambiental na perspectiva da ecologia integral: como educar neste mundo em desequilíbrio? / Ana Mansoldo – Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2012.

EDITORA PINI. RevistaTéchné, 2014, ed.212. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/212/tecnologias-e-solucoes-de-projeto-podem-ajudar-a-reduzir-o-332546-1.aspx>> Acesso em: 08/08/2015

Tomaz,P.,AproveitamentodeÁguadeChuva:paraáreasurbanasefinsnãopotáveis.SãoPaulo, Ed. Navegar, 2ª Edição, 180 p.,2003.

WATERFALL, P. H., Harvesting Rainwater For Landscape Use, University Arizona Cooperative, 1998.Disponível em: <<http://www.azwater.gov>>. Acesso em: 10/08/2015.

## ANEXO 1



## NOTA FISCAL / FATURA DE SERVIÇOS

Companhia de Saneamento de Minas Gerais  
Rua Mar de Espanha, 525 - Santo Antônio - Belo Horizonte - MG / CEP.: 30.330-900  
CNPJ: 17.281.106/0001-03 - Insc. Est.: 062.000139.00-14

AGÊNCIA  
MAIS  
PRÓXIMA

R PADRE VIRGULINO 811  
CENTRO  
De 08:30 as 16:30

Fale com a  
COPASA **115**

Pag.: 01/01

INSTITUTO DOCTUM ED TECNOLOGIA  
R GUSTAVO LEONARDO 1137 SAO JACINTO  
TEOFILO OTONI MG  
39801-260

| REFERÊNCIA DA FATURA |                 |                             |                                |                       | IDENTIFICADOR USUÁRIO |           | MATRÍCULA                        |                 |        |             |                |            |         |
|----------------------|-----------------|-----------------------------|--------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------|----------------------------------|-----------------|--------|-------------|----------------|------------|---------|
| Número               | Data de Emissão | Data de Apresentação        | Mês                            | Grupo                 |                       |           |                                  |                 |        |             |                |            |         |
| 001.15.42546921-7    | 23/09/2015      | 30/09/2015                  | 09/2015                        | 970                   |                       |           |                                  |                 |        |             |                |            |         |
| HIDRÔMETRO           |                 | LEITURA                     |                                |                       | CONSUMO FATURADO      |           | QUANTIDADE DE UNIDADES ATENDIDAS |                 |        |             |                |            |         |
| B10S 0006521         |                 | Atual<br>4271<br>23/09/2015 | Anterior<br>3940<br>24/08/2015 | Próxima<br>23/10/2015 | Dias<br>30            | m³<br>331 | Litros<br>331.000                | Serviço<br>Água | Social | Residencial | Comercial<br>1 | Industrial | Pública |
|                      |                 |                             |                                |                       |                       |           | Esgoto                           |                 |        |             | 1              |            |         |

| HISTÓRICO DE CONSUMO   |                     |                     |                                   | TARIFA                           |                    |              |                      |                |                        |                  |                 |                 |  |
|------------------------|---------------------|---------------------|-----------------------------------|----------------------------------|--------------------|--------------|----------------------|----------------|------------------------|------------------|-----------------|-----------------|--|
|                        |                     |                     |                                   | CÁLCULO COMERCIAL                |                    |              |                      |                |                        |                  |                 |                 |  |
| Volume Faturado Litros | Dias entre medições | Média Diária Litros | Faixas de consumo em 1.000 litros | Consumo da faixa em 1.000 litros | Unidades Atendidas | Volume Total | R\$/ Mil Litros Água | Valor Água R\$ | R\$/ Mil Litros Esgoto | Valor Esgoto R\$ | Sub Total R\$   |                 |  |
| Set/2015               | 331.000             | 30                  | 11.033                            | MINIMO                           | 6,00               | 1            | 6,00                 | 25,79          | -                      | 23,23            | 49,02           |                 |  |
| Ago/2015               | 233.000             | 32                  | 7.281                             | 6 A 10                           | 4,00               | 1            | 4,00                 | 4,29           | 3,87                   | 15,48            | 32,67           |                 |  |
| Jul/2015               | 153.000             | 30                  | 5.100                             | 10 A 40                          | 30,00              | 1            | 30,00                | 8,22           | 246,63                 | 7,39             | 221,94          |                 |  |
| Jun/2015               | 220.000             | 29                  | 7.586                             | 40 A 100                         | 60,00              | 1            | 60,00                | 8,28           | 497,28                 | 7,45             | 447,54          |                 |  |
| Mai/2015               | 297.000             | 31                  | 9.580                             | 100 A 99999                      | 231,00             | 1            | 231,00               | 8,32           | 1.923,99               | 7,49             | 1.731,57        |                 |  |
| Abr/2015               | 254.000             | 31                  | 8.193                             |                                  |                    |              |                      |                |                        |                  |                 |                 |  |
| Mar/2015               | 203.000             | 28                  | 7.250                             |                                  |                    |              |                      |                |                        |                  |                 |                 |  |
| Fev/2015               | 248.000             | 32                  | 7.750                             |                                  |                    |              |                      |                |                        |                  |                 |                 |  |
| Jan/2015               | 115.000             | 31                  | 3.709                             |                                  |                    |              |                      |                |                        |                  |                 |                 |  |
| Dez/2014               | 148.000             | 29                  | 5.103                             |                                  |                    |              |                      |                |                        |                  |                 |                 |  |
| Nov/2014               | 272.000             | 32                  | 8.500                             |                                  |                    |              |                      |                |                        |                  |                 |                 |  |
| Out/2014               | 251.000             | 30                  | 8.366                             |                                  |                    |              |                      |                |                        |                  |                 |                 |  |
|                        |                     |                     |                                   | <b>SOMA</b>                      | <b>331,00</b>      |              | <b>331,00</b>        | <b>29,11</b>   | <b>2.710,88</b>        | <b>26,20</b>     | <b>2.439,76</b> | <b>5.150,64</b> |  |

| CONSUMO MÉDIO |        | DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS / LANÇAMENTOS   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---------------|--------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| m³            | litros |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 244           | 244000 | ABASTECIMENTO DE AGUA  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|               |        | ESGOTO DINAMICO COM COLETA E TRATAMENTO - EDT  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|               |        | Unidade Adm.: <u>01</u> Mov/836880   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|               |        | Conta Gerencial: <u>23.05.004</u>  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|               |        | Centro de Custos: _____  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|               |        | Centro de Resultado: _____   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|               |        | Categoria: _____   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|               |        | Responsável pelo lançamento: <u>Danton</u>   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|               |        | Gerente: _____   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|               |        | Diretor: _____   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|               |        | TRIBUTOS INCIDENTES SOBRE O FATURAMENTO: PIS/COFINS - VALOR: R\$339,94(VIDE NOTA 1 NO VERSO) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

|  |  |                                 |  |
|--|--|---------------------------------|--|
| POUPE TEMPO. DEBITO AUTOMATICO.<br>MELHOR PARA VOCE. CONSULTE SEU BANCO. |  | <b>VENCIMENTO</b><br>22/10/2015 | <b>TOTAL A PAGAR</b><br>*****R\$5.150,64 |
|--|--|---------------------------------|--|

| INFORMAÇÕES SOBRE A QUALIDADE DA ÁGUA<br>(Port. Nº 2914-Min. da Saúde-Dec. Nº 5440) |                    |                   |     |                  |             |          |
|---|--------------------|-------------------|-----|------------------|-------------|----------|
| Período:  | Número de Amostras |                   |     |                  |             |          |
|   | Cloro              | Coliformes Totais | Cor | Escherichia coli | Fluoreto(*) | Turbidez |
| Mínimo  | 107                | 107               | 27  | 107              | 0           | 107      |
| Analisadas  | 127                | 113               | 43  | 113              | 43          | 117      |
| Fora Padrões  | 0                  | 2                 | 0   | 0                | 18          | 0        |
| Dentro Padrões  | 127                | 111               | 43  | 113              | 25          | 117      |

Observações: \*Não obrigatório Significado dos parâmetros: vide verso

| INFORMAÇÕES GERAIS   |   |
|--|---|
| USO ATÍPICO DE ÁGUA, CONFORME RESOLUÇÃO 40<br>ARSAE-MG. VERIFIQUE VAZAMENTO. | EVITE A DENGUE TAMPANDO OS RESERVATÓRIOS DE ÁGUA. |

Em caso de ordem de pagamento, mencionar o número dessa fatura.

(Autenticar no verso)

|                                       |                                       |                       |                          |                                   |
|---------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| CÓD. DÉBITO AUTOMÁTICO<br>00026489317 | NÚMERO DA FATURA<br>001.15.42546921-7 | MES / REF.<br>09/2015 | VENCIMENTO<br>22/10/2015 | TOTAL A PAGAR<br>*****R\$5.150,64 |
|---------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------------------|



8260000051-1 50640019100-9 11542546921-6 73168600512-5



### ANEXO 2

