

FACULDADE CAPIXABA DA SERRA

**BRUNO MARTINS DA COSTA
MARCELO ALEIXO ARAUJO
NEWMAN SANTOS DE ARAUJO
THYAGO PARADELO REGIS BARBOSA**

**APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL PARA FINS NÃO POTÁVEIS
NA EDIFICAÇÃO DA MULTIVIX SERRA**

**SERRA-ES
2015**

**BRUNO MARTINS DA COSTA
MARCELO ALEIXO ARAUJO
NEWMAN SANTOS DE ARAUJO
THYAGO PARADELO REGIS BARBOSA**

**APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL PARA FINS NÃO POTÁVEIS
NA EDIFICAÇÃO DA MULTIVIX SERRA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao programa de Graduação em Engenharia Civil da Faculdade Capixaba da Serra, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.
Orientador: MSc. Joãozito Cabral Amorim Junior

**SERRA-ES
2015**

**BRUNO MARTINS DA COSTA
MARCELO ALEIXO ARAUJO
NEWMAN SANTOS DE ARAUJO
THYAGO PARADELO REGIS BARBOSA**

**APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL PARA FINS NÃO POTÁVEIS NA
EDIFICAÇÃO DA MULTIVIX SERRA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada ao Programa de Graduação em Engenharia Civil de Empresas da Faculdade Capixaba da Serra, como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Aceito com ressalvas

COMISSÃO EXAMINADORA

**Profº MSc. Joãozito Cabral Amorim Junior
Faculdade Capixaba da Serra
Orientador**

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
(Biblioteca da Faculdade Capixaba da Serra - Multivix. Serra, ES.)

C837a COSTA, Bruno Martins da.
Aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis na edificação da MULTIVIX SERRA / Bruno Martins da Costa, Marcelo Aleixo Araújo, Newman Santos de Araújo, Thyago Paradelo Regis Barbosa. – Serra: Faculdade Capixaba da Serra, 2015.

46 fls.

Orientador: Joãozito Cabral Amorim Júnior

Trabalho de conclusão de curso (Curso Engenharia Civil) – Faculdade Capixaba da Serra. 2015.

1. Águas pluviais. 2. Água - Conservação. 3. Reservatório. 4. Recursos hídricos. I. ARAUJO, Marcelo Aleixo. II. ARAUJO, Newman Santos de. III. BARBOSA, Thyago Paradelo Regis. IV. AMORIM JÚNIOR, Joãozito Cabral. V. Faculdade Capixaba da Serra. VI. Título.

CDD: 333.7

A nossa querida e amada família, base da
minha vida para todos os momentos,
sejam eles bons ou difíceis.

AGRADECIMENTO

Dedicamos este trabalho primeiramente a Deus, por ser essencial em nossa vida, autor do nosso destino, nosso guia, socorro presente em hora de angústia.

Agradecemos a nosso Mestre orientador Joãozito Cabral Amorim Junior o que teve paciência e que nos ajudou bastante a concluir este trabalho, agradecemos também aos meus professores que durante muito tempo nos ensinaram e que nos mostraram o quanto estudar é edificante.

Aos amigos e colegas, pelo incentivo e pelo apoio constantes. Em especial Gideão Melo, Ingrid Madeira e Nahiara.

À nossas famílias, por sua capacidade de acreditar e investir em nós. Mãe, seu cuidado e dedicação foi que deram, em alguns momentos, a esperança para seguir. Pai, sua presença significou segurança e certeza de que há companhia nessa caminhada.

A chuva, sem a qual a realização desta pesquisa seria impossível.

“Sonho que se sonha só, é só um sonho
que se sonha só. Mas sonho que se
sonha junto é realidade.”

Raul Seixas

RESUMO

A crise hídrica na região sudeste do Brasil é um problema que estamos enfrentando nesta última década, tendo em vista que a mesma é associada à falta de planejamento urbano, erros no manejo do uso do mineral, má utilização do equipamento urbano, a pouca consciência do cidadão brasileiro a respeito da falta do recurso e da ausência de projetos que estimulem o uso sustentável da água. A água é a principal fonte de sobrevivência para os seres vivos. Com isso, questões sobre a conservação e preservação dos recursos hídricos vêm sendo cada vez mais destacadas na atualidade. Algumas formas de aproveitamento de águas pluviais para fins potáveis e não potáveis, são soluções sustentáveis que contribuem para o uso racional da água. Este trabalho de conclusão de curso tem por objetivo estudar o potencial quantitativo de utilização da água da chuva, bem como apresentar análise econômica de sua utilização na edificação da faculdade estudada, através de Levantamentos de dados pluviométricos da Região Metropolitana da Grande Vitória no Estado do Espírito Santo. Definir a viabilidade técnica e verificar mensalmente o uso de água da companhia com o uso de água precipitada. Foi definido o estudo de caso do projeto de aproveitamento de água pluvial da faculdade Multivix da Serra, localizada no município de Serra no Espírito Santo, adotando o modelo já implantado e será analisado o seu sistema e suas qualidades. Com base no estudo assim proposto obtivemos resultados favoráveis em relação ao sistema após análises dos estudos com levantamentos de dados junto à instituição, concluiu-se que a construção e implantação do sistema de aproveitamento de água de chuva pluvial é simples e barato, pois gera economia do consumo de água. Com algumas ressalvas em relação às classes mais baixas, pois o custo inicial da implantação do sistema torna-se inviável, pois o retorno do investimento só será notado a logo prazo.

Palavras-chaves: aproveitamento de água pluvial. sistema de água de chuva. utilização de água de chuva. recursos hídricos.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Vista Panorâmica da Ilha de Ratonés (Santa Catarina)	18
Figura 2: Tabela para Determinação de Consumos Especiais.....	29
Figura 3: Estravasor	34
Figura 4: Calhas 1	34
Figura 5: Rede coletora	35
Figura 6: Planta de cobertura do bloco 1 da faculdade Multivix Serra.	37
Figura 7: Tabela de tarifas da CESAN	46

LISTAS DE QUADROS

Quadro 1: Necessidade de tratamento em relação à utilização das águas pluvial....	21
Quadro 2: Grau de pureza relacionado à área de coleta	22
Quadro 3: Dimensões da calha em função do comprimento do telhado	24
Quadro 4: Área máxima de cobertura para condutores verticais da seção circular ..	24
Quadro 5: Parâmetros de qualidade da água de chuva para uso não potável. Fonte: NBR 15527.....	30
Quadro 6: Coeficientes de Runoff médios em telhas. Fonte: Plinio Tomaz 2003.....	31
Quadro 7: Dados de precipitação de Chuva desde 1980 até 2014 nos rios Itapemirim e Itabapoana.	39
Quadro 8: Dados informativos para calculo de consumo de água na Faculdade Multivix Serra.....	43
Quadro 9: Dados comparativos da precipitação mensal de uma média entre os anos de 2007 até 2014, 2014 e 2015.....	44
Quadro 10: Dias chuvosos acumulados anuais e média no período de 1976 a 2014.	44
Quadro 11: Volume médio mensal entre 1947 a 2014.	45

LISTA SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira De Normas Técnicas

ANA – Agência Nacional De Água

CPRM – Companhia De Pesquisa De Recursos Minerais

DNOS – Departamento Nacional De Obras De Saneamento

INCAPER - Instituto Capixaba De Pesquisa, Assistência Técnica E Extensão Rural

IPT - Instituto de Pesquisa e Tecnologia

Km³ - Quilometro Cúbico

m² - Metro Quadrado

m³ - Metro Cúbico

NBR - Norma Brasileira

NTS – Norma Técnica Sabesp

RU - Área Estimada De Captação De Água Dos Telhados

SABESP – Saneamento Básico Do Estado De São Paulo

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. OBJETIVOS	16
2.1 OBJETIVO GERAL.....	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
2.3 HIPÓTESE	16
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
3.1 HISTÓRIA DO APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA.....	17
3.2 ESCASSEZ DA ÁGUA.....	19
3.3 SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL	23
3.4 ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DE SISTEMAS DE APROVEITAMENTO DE AGUA PLUVIAL.....	24
3.4.1 <i>Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de água pluvial na grande vitória.</i>	27
3.5 PARAMETRIZAÇÃO DO CONSUMO MÉDIO ESTIMADO DE ÁGUA DA INSTITUIÇÃO.....	28
3.6 DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE RESERVAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA.....	29
3.6.1 Dimensionamento do reservatório pelo método de rippl.....	32
3.6.2 Equipamentos essenciais do sistema de captação de água.....	33
4. METODOLOGIA.....	37
4.1 ÁREA DE ESTUDO	37
4.2 FUNCIONALIDADES DO SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL	38
4.3 LEVANTAMENTO DE DADOS PLUVIOMÉTRICOS DA GRANDE VITÓRIA.....	39
4.4 VIABILIDADE TÉCNICA.....	40
4.4.1 Levantamento do Consumo Médio Estimado de Água da Instituição	40
4.4.2 Volume de água Captada pelo Telhado No Período de Um Ano.....	40
4.4.3 Estimativa de Eficiência Percentual.....	41
5. RESULTADOS E DISCURSSÃO	42
5.1 ESTIMATIVA DE RETORNO.....	42
5.2 ESTIMATIVA DE RETORNO E VIABILIDADE TÉCNICA USANDO DADOS DE PRECIPITAÇÕES DA ESTAÇÃO FAZENDA FONTE LIMPA.	43

5.3	EFICIÊNCIA HÍDRICA	46
6.	ANÁLISE DE CUSTO.....	46
7.	CONCLUSÃO.....	47
8.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48

1. INTRODUÇÃO

A crise hídrica, problema que está sendo enfrentado nesta última década, é resultado do desmatamento, consumo desenfreado dos recursos hídricos, da má utilização, da poluição e da ausência de projetos que estimulem o uso sustentável da água (NUNES, 2006).

A terra possui 1.386 milhões de km³ de água, deste total 97,5% é de água salgada e os 2,5% são de água doce (Shiklomanov, 1998).

A respeito da água doce, 68,9% estão congelados nas calotas polares e nas regiões montanhosas, 29,9% corresponde a água subterrânea. Apenas 0,266% da água doce representa a água dos lagos, rios e reservatórios (significa 0,007% da água doce e salgada existente no planeta) (BARTH, 1987).

A água é a principal fonte de sobrevivência para os seres vivos. Pela razão da ocupação desordenada das grandes cidades e poluição dos mananciais, a água potável no mundo vem gerando muita preocupação para o futuro, como por exemplo racionamentos, faltas e alto custo para tratá-la. (HESPANHOL, 2003).

O Brasil possui um total de 12% da água doce do mundo, porém não está bem dividida dentro do país. A região Norte possui 68,5% dos recursos hídricos, no Nordeste temos 3,3%, Sudeste 6,0%, Sul 6,5% e Centro-Oeste 15,7%. Embora a região Norte possui 68,5% da água doce, há somente 6,83% da população, por outro lado o Nordeste tem 28,94%, a região Sudeste 42,73%, o Sul 15,07% e o Centro-Oeste 6,43%. Deste modo, apesar do Brasil possuir grande parte da água doce do mundo, a relação população x água, não é bem distribuída. Onde existe pouca água existe muita população (TOMAZ, 2001).

A crise hídrica no Sudeste do Brasil está associada a falta de planejamento urbano, erros no manejo do uso do mineral, má utilização do equipamento urbano, e a pouca consciência do cidadão brasileiro a respeito da falta do recurso. Para reverter essa situação, seria criar e manter unidades de conservação da natureza nas áreas urbanas. O desmatamento e a impermeabilização do solo fazem com que a água da

chuva chegue mais rápido aos cursos d'água e ao mar, além de modificar o regime de precipitação (ANA, 2015).

A primeira iniciativa da preocupação com a conservação da água no Brasil deve-se ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo - IPT, registrada nos "Anais do Simpósio Internacional sobre Economia de Água de Abastecimento Público" realizado em São Paulo na Escola Politécnica no período de 28 a 30 de outubro de 1986. Os pesquisadores do IPT foram os engenheiros Adilson Lourenço Rocha, Douglas Barreto e Marcos Helano Fernandes Montenegro (ANA, 2015).

Analisando o uso da água para o consumo humano, pode-se dividir em dois blocos: A água potável, utilizada para beber, cozinhar e também como higiene pessoal, e a não potável que é usada para lavar roupas, carros e vasos sanitários (Vacari, 2005).

Segundo Tomaz (2003), a água não potável usada em residências corresponde a um percentual que varia entre 30% e 40 % do consumo total.

Existem pesquisas e novas tecnologias que estão aprimorando o tratamento e consumo de águas pluviais que reduziriam gastos com captação e distribuição de água a consumos secundários, melhorando a qualidade ambiental, aumentando a segurança hídrica para o atendimento populacional, controlando vazões nos corpos hídricos e reduzindo enchentes. (HESPANHOL, 2003).

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Este trabalho tem por objetivo estudar o potencial quantitativo de utilização da água da chuva, bem como apresentar a viabilidade técnica da sua utilização.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Levantar dados pluviométricos da Região Metropolitana da Grande Vitória no Estado do Espírito Santo;
- Verificar mensalmente o uso de água da companhia com o uso de água precipitada
- Viabilidade Técnica;

2.3 HIPÓTESE

- Captar água de chuva por telhados e calhas utilizando-a para fins não potáveis, economizando no uso de água potável.
- E, amparado por normas e exigências ambientais, o processo de tratamento e utilização de água de chuva é considerado uma atitude de inovação e sustentabilidade podendo trazer benefícios econômicos para a instituição.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 HISTÓRIA DO APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA

Segundo Tomaz (2003), existem reservatório para armazenamento de água pluvial desde 3.600 a.C. e o Rei Mesha dos Moabitas, registrada na Pedra Moabita, uma das inscrições mais antigas do mundo, encontrada no Oriente Médio e datada de 850 a.C., sugere que as casas tenham captação de água de chuva.

Istambul, na Turquia possui uma cisterna considerada a mais antiga do mundo. Com capacidade de 80.000 m³ para água proveniente das chuvas. Já na África, o Egito tem o registro mais antigo com uma cisterna com capacidade entre 200 e 2.000 m³, muitas ainda se encontram em operação. (WERNECK, 2006)

A captação e a reservação de água de chuva tem várias finalidades, usos cotidianos como beber, cozinhar, para a higiene pessoal, para o controle de inundações e para reservas emergenciais, como ocorre no Japão, onde a água é armazenada em reservatórios individuais ou comunitários para toda população. (OLIYNIK, 2002)

Nos anos sessenta, Foram executadas três sistemas de abastecimento de água de chuva nas cidades argentinas de Corzuela, Avia Terai e Campo Largo. No Brasil, o sistema mais antigo foi construído pelos americanos na Ilha de Fernando de Noronha, em 1943 (AZEVEDO NETTO,1991).

Os povos Maya e Astecas, de acordo com Gnadlinger (2000 apud CARLON, 2005), visando o próprio consumo e principalmente para o uso em sua irrigação de suas plantações, desenvolveram um sistema de captação e armazenamento de água de chuva em encostas.

Mas essa cultura, foi esquecida na colonização do novo mundo quando os conquistadores obrigaram um novo tipo visão de agricultura e modificaram todo o sistema de captação e armazenagem de água hoje utilizado no Brasil e no restante do mundo (CARLON, 2005).

Segundo Plínio Tomaz (2003), países desenvolvidos, como o Japão e a Alemanha estão comprometidos com a construção de sistemas de aproveitamento da água da chuva. Os Estados Unidos da América, Austrália e Singapura também estão empenhados na pesquisa para desenvolver pesquisas na área do aproveitamento da água da chuva.

No Brasil a Associação Brasileira de Manejo e Captação de Água de Chuva, é responsável por divulgar estudos, reunir equipamentos e serviços sobre o assunto (ABCMAC, 2008).

Os Portugueses construíram o primeiro método de utilização de água de chuva no Brasil

A metodologia de utilização de água de chuva também foi encontrada nas fortalezas construídas pelos portugueses na Ilha de Santa Catarina, uma delas, a fortaleza construída na Ilha de Ratonés (século XVIII), não possuía água doce, tinha uma cisterna que armazenava água dos telhados para consumo das tropas como também para outros usos. (ALT, 2009).



Figura 1: Vista Panorâmica da Ilha de Ratonés (Santa Catarina)

Fonte: <http://www.ventosul.com/2008/11/11/baia-dos-golfinhos-e-fortaleza>

3.2 ESCASSEZ DA ÁGUA

O problema da escassez da água em vários países é em decorrência do crescimento desordenado das cidades e da sua população, poluindo os recursos hídricos que possuem e gerando aumento na demanda pela água, causando o esgotamento desse recurso (Anecchini, 2005).

A dificuldade que vários países têm passado para suprir a necessidade do acesso à água de qualidade e quantidade suficiente é mostrada em estudos internacionais. Para melhorar a defasagem do serviço hoje praticado estão questões econômicas, climáticas e, por último, mas não menos importante, a falta de sustentabilidade nos recursos hídricos (THOMAS, 2003).

A população mundial vem consumindo mais água doce ao passar dos anos e, esse consumo só tem aumentado. A agricultura é a grande vilã pelo maior consumo de água doce do mundo (70%). Nos últimos dez anos o consumo doméstico e a média anual são de 4%, correspondendo a 23% do geral consumido, e finalizando com (7%) consumido pela indústria (Gonçalves 2006).

Determinadas regiões são desfavorecidas de água. Nas regiões áridas ou semiáridas da Terra, o fator que dita o desenvolvimento urbano, industrial e agrícola é sem sombras de dúvidas é a água. Mas, mesmo assim o autor adverte sobre a ocorrência de escassez de água em regiões que possuem grande disponibilidade de recursos hídricos. Esse fato ocorre pela existência de demandas demasiadamente altas de água que ocorre em grandes centros urbanos devido à população local, ou seja, nesses lugares a disponibilidade relativa de água é baixa (Braga et al. 2002).

Conforme Oliveira (2005), os eletrodomésticos, a lavagem de carros e pisos elevam demais o volume de água gasto em uma residência familiar. Mas, segundo pesquisas, os equipamentos que geram mais desperdícios de água nos domicílios nos dias atuais são os chuveiros e bacias sanitárias.

A conservação de água está ligada diretamente na preservação de outros recursos hídricos. Para Tomaz (2003), essa conversação acarreta grandes benefícios como

economia de energia elétrica, redução de esgotos sanitários e proteção do meio ambiente.

Sobre os recursos hídricos existe a desigualdade com o que o mesmo se distribui nas regiões do mundo e até mesmo no Brasil que, detém cerca de 13,7% de toda a água superficial da Terra, sendo que desse total, 70% está localizado na região amazônica e apenas 30% está distribuído pelo resto do país. (Anecchini, 2005).

Nos centros urbanos encontra-se uma menor infiltração da água no solo, o que diminui o nível do lençol freático e altera as vazões dos córregos. Segundo Tucci et al. (1995), a água, que escoar na bacia rural é armazenado pela vegetação e infiltra no solo ou escoar de forma lenta. A impermeabilização aumenta o escoamento superficial eliminando boa parte da infiltração. Os canais naturais que se formam são substituídos por tubulações de drenagem, os rios são convertidos em canais revestidos e acaba apresentando uma variação de vazão mais rápida e um pico relativamente maior.

A Bacia Amazônica é a maior rede hidrográfica mundial, que corresponde uma área de drenagem da ordem de 6.112.000 Km², ocupando cerca de 42% da superfície do território brasileiro, tendo suas fronteiras além do território da Venezuela à Bolívia (ANEEL, 2007).

Podemos dividir a água para o consumo humano em dois blocos: A água potável, utilizada para beber, cozinhar e também como higiene pessoal, e a não potável que é usada para lavar roupas, carros e vasos sanitários. Segundo Tomaz (2003), a água não potável usada em residências corresponde a um percentual que varia entre 30% e 40 % do consumo total.

Existem 3 tipos de água em nossas cidades: potável, pluvial e de reuso. As residências brasileiras costumam usar água potável para todos os fins e essa cultura é muito questionada (Dias, 2007).

A água potável é uma substância líquida e incolor, insípida e inodora, essencial para a vida da maior parte dos seres vivos. Para o consumo ela deve estar fresca ou com

temperatura agradável. A água não potável é aquela que tem alguma contaminação, causada pela presença de vermes, bactérias e protozoários. Por isso deve ser utilizada apenas para fins não potáveis (TOMAZ, 2007).

De acordo com Plinio Tomaz (2007) a água não potável é aquela que se destina apenas para limpeza de pátio, descargas em bacias sanitárias, lavagem de veículos, limpeza de calçadas, e destinos que não abrangem a portaria 518/2004 do ministério da saúde. Uma das fontes de captar água pluvial para fins não potáveis é através do telhado, inclinado ou plano, onde não haja passagem de veículo ou pedestres.

O sistema de abastecimento com água de chuva pode reduzir o custo de energia elétrica e pode ser complementado pelo aproveitamento de outras fontes ou complementar outro sistema. (AZEVEDO NETTO, 1991).

A água captada de chuva pode ser um manancial abastecedor, podendo ser captada e depois armazenada em cisternas. A cisterna pode ser aplicada tanto em áreas de grande pluviosidade, ou em áreas de seca, onde se guarda a água da época de chuva para a época de seca (BARROS, 1995).

A necessidade de tratamentos da água pluvial para os diversos fins de utilização das águas pluviais são apresentados no quadro 1.

Uso da Água Pluvial	Necessidade de tratamento
Rega de Jardim	Não é necessário.
Irrigadores, combate a incêndio, Ar condicionado.	É necessário para manter os equipamentos em boas condições.
Fontes e lagoas, banheiros, lavação de roupas e carros.	É necessário, pois a água entra em contato com o corpo humano.
Piscina/banho, para beber e para cozinhar.	A desinfecção é necessária, pois a água ingerida direta ou indiretamente.

Quadro 1: Necessidade de tratamento em relação à utilização das águas pluvial

Fonte: http://www.excelenciaemgestao.org/Portals/2/documents/cneg7/anais/T11_0353_2014.pdf

A seguir, no quadro 2, teremos o grau de pureza relacionado à área de coleta indicando sua utilização.

Grau de pureza	Área de coleta das águas pluviais
A	Telhado (locais não utilizados por pessoas e animais)
B	Telhado (locais utilizados por pessoas e animais)
C	Jardins artificiais e estacionamentos
C	Estradas, estradas elevadas (viadutos, ferrovias e rodovias)

Quadro 2: Grau de pureza relacionado à área de coleta

Fonte: http://www.excelenciaemgestao.org/Portals/2/documents/cneg7/anais/T11_0353_2014.pdf

Conforme a portaria 9433/2011, a água para consumo humano é a água potável destinada à ingestão, preparação e produção de alimentos e à higiene pessoal, independentemente da sua origem;

Tomaz (2009) apresenta os motivos que levam à decisão para se utilizar água de chuva que são elas: Conscientização a respeito da conservação da água; Região com disponibilidade hídrica menor que 1200m³/habitante x ano; Valores elevados do custo de água das concessionárias públicas; Retorno muito rápido do investimento; Instabilidade do fornecimento de água pública; lei específica a respeito; Locais onde a estiagem é maior que 5 meses.

Quando utilizamos a água de chuva, dizemos que estamos aproveitando a mesma, este aproveitamento não pode ser chamado de reuso e nem chamado de reaproveitamento. A palavra reuso é usada somente para água que já foi utilizada pelo homem para a lavagem de mãos, lavagem de roupas e afins. O conceito de reaproveitamento é parecido ao reuso, que significa que a água de chuva já foi usada e, portanto, não está correto. (Tomaz, 2003).

O reuso da água para fins não-potáveis tem sido impulsionado em todo o mundo em razão da crescente dificuldade de atendimento, a uma demanda cada vez maior de água para o abastecimento do público doméstico e da escassez de mananciais próximos ou de qualidade adequada para abastecimento após o tratamento convencional da água (AGUIAR et al., 2004).

A água pluvial tem seus muitos benefícios. Moruzzi (2009) fala que é uma fonte alternativa de suprimento e reduz a dependência humana de outras fontes como os poços artesianos.

3.3 SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL

Os sistemas de captação e aproveitamento de água de chuva tem o objetivo de conservar os recursos hídricos, descentralizando os suprimentos de água e reduzindo o consumo de água potável (KOENIG, 2003 apud ANNECCHINI, 2005).

Para a instalação de um sistema de aproveitamento de água de chuva é preciso primeiramente de um reservatório e, a segunda parte são os componentes hidráulicos como first flush, extravasor e tubulações (ANNECCHINI, 2005).

Existem vários tipos de reservatórios de água e, eles podem ser enterrados, semienterrados, apoiados sobre o solo ou elevados. Esses reservatórios podem ser construídos de diferentes materiais, como concreto armado, alvenaria, fibra de vidro, aço, polietileno, entre outros, e podem ter diversas formas (ANNECCHINI, 2005).

A condução da água captada pelas coberturas são direcionadas até as tubulações coletoras através de calhas. Para proteger o envio das sujeiras que são levadas pelo escoamento da água é colocada uma proteção na conexão entre a calha e a tubulação podendo ser um ralo hemisférico (WERNECK, 2006).

Comprimento do telhado(m)	Largura da calha (m²)
Até 5 metros	0,15
5,0 à 10 metros	0,20

10,0 a 15 metros	0,30
15,0 a 20 metros	0,40
20,0 a 25 metros	0,50
25,0 a 30 metros	0,60

Quadro 3: Dimensões da calha em função do comprimento do telhado

Fonte: Melo. Netto - Instalações Prediais Hidráulico-Sanitárias (1988) – página 94.

Segundo MELO e NETTO (1998), no caso de tubos de queda ao invés de usarmos o diâmetro do condutor, fixamos este ao número de condutores em função da área máxima do telhado, que cada diâmetro pode escoar, conforme quadro 4.

Diâmetro (mm)	Área máxima de telhado (m ²)
50	13,6
75	42,0
100	91,0
150	275,0

Quadro 4: Área máxima de cobertura para condutores verticais da seção circular

Fonte: Melo. Netto - Instalações Prediais Hidráulico-Sanitárias (1988) – página 96.

3.4 ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DE SISTEMAS DE APROVEITAMENTO DE AGUA PLUVIAL

Gonçalves(2005) explica que o aproveitamento da água de chuva é muito comum em países desenvolvidos. E os benefícios dessa ação são elevados.

Segundo Dias (2007) contribui na conservação de mananciais, diminuição da utilização de energia e insumos na captação, adução, tratamento e distribuição de água potável, entre outros.

Dias (2007) ressalta a necessidade de conhecer os custos de um projeto como esse, seja residencial ou comercial. Esses projetos devem ser viáveis economicamente para surgir um interesse maior de mudança cultural. Existe a necessidade de se fazer um mapa pluviométrico da região, levantar históricos anuais de chuva para começar. A partir da oferta de chuva, se faz o levantamento da demanda, que seria o consumo da casa, edifício, loja por dia, ou pode ser até mais específico,

analisando o indivíduo. Oliveira e Lucas Filho (2003) analisaram o consumo residencial por indivíduo e ainda foram mais longe, analisaram entre classes sociais A, B e C.

Dias(2007) estuda essas informações e cria um estudo de caso na cidade de João Pessoa separando o percentual de água pluvial que cada pessoa usa por dia e consegue um número que seria a demanda de água que poderia ser pluvial. Custos anuais do projeto já pensando que ele duraria 20 anos. Preparação, construção, manutenção, custos fixos e variáveis. Importante ter um cálculo estimado dos benefícios para saber se conseguem cobrir os custos. Tempo de retorno de capital. Saber onde colocar o reservatório e seu tamanho, tubulação e conjunto motor-bomba, filtro de areia, custo da energia de bombeamento. Saber o valor do metro cúbico da água na região.

É importante ressaltar que Dias (2007) determinou um custo flexível que varia, principalmente com relação a localização e tamanho do reservatório. E determinou que, a quantidade de chuva da região supre a demanda de todos os padrões socioeconômicos, porém o projeto só seria viável com o aumento do custo da água. Ou seja, uma família de padrão C, dependendo do valor mensal da conta, não conseguiria viabilizar a construção. Porém uma família de padrão A, cujo consumo é maior e o preço da água também, conseguiria facilmente manter o projeto. Para que uma família padrão C conseguisse construir o sistema, o custo da água teria que subir ainda mais, o que não seria algo impossível nos dias atuais.

Tomaz (2003) fala que o consumo de água não potável, também estudo de um livro americano *The Rainwater Technology Handbook*, chega a 40% em uma residência. Existem casos onde esse índice é maior, quando se há bons filtradores, a oferta de chuva limpa é frequente e o comportamento humano influencia.

É importante ressaltar como essa política é vista no governo de sua cidade, pois Gonçalves (2006) vê isso como um sistema de saneamento onde existem 2 gestões, a do dono da residência, que depende da chuva, e a do governo, que cuida da captação, tratamento e distribuição da água potável. É evidente que um bom

investimento em novos prédios, casas e comércios gerariam uma nova cultura. Essa tal que viabilizaria uma economia grande para o governo, pois aliviaria os mananciais e também as estações de tratamento. Claro que para tanto é necessário um projeto bem elaborado, um estudo pluviométrico da região entre outros, para saber se seria viável ou não.

Sabe-se que a NBR15527 estabelece parâmetros para uma água pluvial de boa qualidade. Mesmo que para uso não potável, como lavar a roupa, sanitários e rega de jardim, é importante esse controle, pois a atmosfera está repleta de particulados que podem causar danos a nossa saúde. A norma recomenda que se utilize um descarte inicial entre 0,4 e 8,5 mm de chuva. Essa grande margem existe porque o comportamento atmosférico no Brasil é muito distinto: diferentes comportamentos do vento, relevo, cadeias montanhosas no litoral, grande biodiversidade, diferentes vegetações geradas pelos diferentes comportamentos do meio climático.

Existem situações em que o descarte é pouco, pois a região tem boa qualidade de ar, chove com frequência, temperaturas amenas. Existem cidades em que a estiagem chega a ser de anos. As metrópoles sofrem com a emissão de gases na atmosfera. E por ser um país tão grande em extensão, o comportamento climático deve ser muito bem estudado para saber a qualidade de chuva captada na região. Moruzzi (2009) fala que essa própria marca de descarte regulamentada pela NBR 15527 gera controvérsias pelos mesmos aspectos acima citados.

Moruzzi (2009) cita até o fato de se conhecer novas técnicas de tratamento de água para se ter um volume maior aproveitável e que a qualidade da água depende do uso pretendido. Santos(2007) diz que cada precipitação tem suas características distintas, algumas com grandes variações, como pH, turbidez, particulados, mas todas giram em torno de um valor médio.

Segundo Gonçalves (2002) a qualidade da água deve ser observada em três situações: na atmosfera, na coleta pelo sistema de captação e no reservatório. Nessa transição entre captação e reservatório, é muito importante a qualidade da filtração.

Moruzzi (2009) estudou formas simplificadas de tratamento visando uma redução da água descartada inicialmente na primeira chuva. Ele utilizou de amido de milho, segundo DI Bernardo e Dantas (2005), muito utilizado em tratamento de água de abastecimento na coagulação, floculação e filtração, sempre comparando seus resultados com os parâmetros da NBR15527. Mesmo assim os resultados foram inconclusivos. É importante ressaltar que a qualidade da filtração, seja ela cíclica ou comum, impacta no custo e manutenção do sistema.

3.4.1 Análise de viabilidade econômica de sistemas de aproveitamento de água pluvial na grande vitória.

Para fazer uma análise geral do custo e retorno de qualquer projeto. É importante responder algumas dúvidas, como, a real necessidade desse projeto, se, no local, é necessário um armazenamento maior de água, se o projeto em si iria ser oneroso para um pequeno grupo de pessoas, a vida útil do sistema e suas manutenções, etc. Um método conhecido por muitas bibliografias é o da matemática financeira de valor presente (Dias, 2007): faz-se um cálculo periódico da diferença entre os benefícios e os investimentos custos em um mesmo período de tempo. Isso geral o valor presente líquido, o qual, quando positivo, geraria um retorno atrativo para o investidor. Claro que esse período de tempo tem que ser menor que a vida útil do projeto.

Anecchini (2005) reúne dados, como custo material: reservatório, calhas, demais acessórios, bomba, o custo da energia e o custo da manutenção anual como valores importantes para se mapear o custo total do projeto. O retorno seria a economia gerada pelo sistema. Baseando nos cálculos da mesma, nos estudo de Thomas (1997) e diversas bibliografias, o tempo de retorno positivo do investimento na água de chuva é de 10 a 15 anos, para empreendimentos de médio e grande porte ou em casos de extrema escassez. Como Vitória recebe uma quantidade boa de chuva, o retorno econômico dependerá do dimensionamento do sistema e da administração do empreendedor. A faculdade possui uma boa área de captação, o first flush não seria de percentual alto, pois, apesar de duas grande fábricas na região, as correntes de vento são muito boas, o que ajuda a dissipar um pouco os particulados. Dadas as características da região, novos estudos devem ser feitos para que exista um conhecimento mais aprofundado dos custos e receitas do projeto, pois o novo cenário brasileiro deixa uma incerteza significativa no ciclo da água na a região.

3.5 PARAMETRIZAÇÃO DO CONSUMO MÉDIO ESTIMADO DE ÁGUA DA INSTITUIÇÃO.

A SABESP (Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo) e o IPT (Instituto de Pesquisa e Tecnologia) desenvolveram uma metodologia que desse uma noção do consumo da água em diversos estabelecimentos separando-os de acordo com suas atividades econômicas (Yoshida, 1999). A análise de regressão, técnica estatística que relaciona quantidade consumida e características do consumidor (Yoshida, 1999), foi a ferramenta usada para construir um modelo matemático similar, mas que se baseasse também na investigação de fatores de maior relevância na demanda de água em diferentes atividades econômicas sejam elas residências, prédios residenciais e comerciais, hotéis, escolas, etc.

Yoshida (1999) leva em conta pesquisas de campo, técnicas de ajuste de modelo, procedimentos para seleção de fatores mais significativos entre outras características para a construção de uma equação de regressão que relaciona as seguintes variáveis:

Q	é o consumo mensal de água da atividade econômica considerada
N_{func}	é o numero total de pessoas que trabalham no local
$C_{energia}$	é o consumo mensal de energia elétrica da atividade econômica
Área	é a área útil do local onde é executada a atividade econômica
$N_{produto}$	é a quantificação da produção mensal da atividade econômica ou outra variável indiretamente relacionada com a produção
$I_{refeição}$	é um indicador de presença de serviços de refeição no local
\mathcal{E}	é o erro aleatório
B_n	são os coeficientes de ajuste estimados e testados para cada modelo selecionado

Ela comenta que essas variáveis serão sempre investigadas e que outras variáveis entrarão na equação de acordo com os atributos a serem investigados. Um exemplo seria:

$$Q = \beta_0 + \beta_1 N_{func} + \beta_2 C_{energia} + \beta_3 Area + \beta_4 N_{produção} + \beta_5 I_{refeição} + \beta_6 I_{jardim} + \varepsilon \quad (1)$$

Sendo I_{jardim} o indicador de presença de serviço de jardinagem no local.

Baseado no trabalho de Yoshida (2003) foi lançado uma tabela que contempla a determinação de consumos especiais. Dentro da mesma estão as equações de regressão em faculdades que se diferenciam somente pelo número de bacias sanitárias:

Faculdades, qualquer quantidade de bacias	-22,3 + 0,0247 x (área total terreno) + 286 x (Torres de resfriamento?) ⁽¹⁾ + 608 x (Número de bacias > 100?) ⁽²⁾ + 6,32 x (nº de mictórios) + 0,721 x (nº. de funcionários) <i>(1) Parâmetro que assume valor 1 ou 0 (há torres de resfriamento : 1 ; caso contrário : 0)</i> <i>(2) Parâmetro que assume valor 1 ou 0 (há mais de 100 bacias : 1 ; caso contrário : 0)</i>
Faculdades até 100 bacias (modelo opcional fornece menor incerteza na estimativa de consumo mensal)	34,7 + 0,168 x (área de jardim) + 0,724 x (nº de vagas de estacionamento) + 0,0246 x (nº de vagas oferecidas) + 2,06 x (nº de bacias) + 0,368 x (nº de funcionários)

Figura 2: Tabela para Determinação de Consumos Especiais

Fonte: NTS 181:2012 - rev.3

3.6 DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE RESERVAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA

Segundo Boers e Ben-Asher (1982), um sistema de aproveitamento de água de chuva, depende da quantidade de água captada para se ter sucesso na sua implantação. A quantidade varia de acordo com os componentes do sistema, como a área de captação e o volume de armazenamento de água, e, também pelo índice pluviométrico da região e o coeficiente de escoamento pluvial (C).

Quanto maior for à área de captação, mais chuva poderá ser armazenada, já o índice pluviométrico da região mostra a distribuição da chuva durante o ano, quanto mais regular for à precipitação, melhor será o sistema e o volume do reservatório. Portanto, se a região chove bastante, poderá ser montado um reservatório maior, mas, quanto maior o reservatório mais caro ficará o sistema (Anecchini, 2005).

Tomaz (2010) comenta que uma grande característica na captação de água é saber quanto de água será inicialmente descartada. O chamado first flush é uma norma

internacional, ou seja, tanto em ruas quanto em telhados, com relação à captação de água de chuva, existe a necessidade de lavar a área de captação antes de se começar a armazenar. Pois existem gases nocivos no ambiente, que se misturam com água diminuindo o seu pH, e também particulados que se depositam sobre a superfície de captação, que poderiam causar entupimento da rede: folhas, areia, pedras, plástico, etc.

Já existe uma concordância mundial no que diz respeito à necessidade do first flush, mas não há um consentimento com relação à quantidade de chuva inicialmente descartada, ou seja, cada país, estado, norma regulamentadora, adota um valor de acordo com estudos hídricos já realizados na região. A grande maioria dos países adotam mm de chuva como padrão de descarte. No Brasil o IPT (Instituto de Pesquisa e Tecnologia) lançou uma cartilha nesse ano de 2015, mostrando, de forma bem pedagógica, o dimensionamento e instalação de uma rede doméstica de captação de água de chuva e recomenda o descarte de 1 mm de chuva. Já a NBR 15527 recomenda que se faça um dimensionamento para saber quanto pode ser descartado, ou, no mínimo, 2 mm, na falta de dados.

Cabe a cada proprietário dimensionar corretamente o quanto de água será descartada, lembrando que existem requisitos básicos essenciais de qualidade da água para uso não potável. A tabela xx mostra esses parâmetros.

Parâmetro	Análise	Valor
Coliformes totais	Semestral	Ausência em 100 mL
Coliformes termotolerantes	Semestral	Ausência em 100 mL
Cloro residual livre ^a	Mensal	0,5 a 3,0 mg/L
Turbidez	Mensal	< 2,0 uT ^b , para usos menos restritivos < 5,0 uT
Cor aparente (caso não seja utilizado nenhum corante, ou antes da sua utilização)	Mensal	< 15 uH ^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 desinfecção.		
^b uT é a unidade de turbidez.		
^c uH é a unidade Hazen.		

Quadro 5: Parâmetros de qualidade da água de chuva para uso não potável.
Fonte: NBR 15527.

É importante que a área de captação esteja limpa e preparada para que seja coletada a água da chuva eficientemente. É de suma importância conhecer todas as características área de captação, para se conhecer a massa de água coletada em um espaço de tempo, a capacidade do reservatório é baseada nessa informação.

No caso dos telhados, devem-se conhecer especificações do fabricante no quesito rugosidade. A água não escoará da mesma forma em todas as superfícies e elas mudam suas características até por causa de um revestimento a mais o a menos no mesmo material. Esse parâmetro é chamado de coeficiente de escoamento ou coeficiente de *runoff*.

Material	Coeficiente de escoamento superficial C
Telhas cerâmicas	0,80 a 0,90
Telhas esmaltadas	0,90 a 0,95
Telhas corrugadas de metal	0,80 a 0,90
Cimento amianto	0,80 a 0,90
Plástico PVC	0,90 a 0,95

Quadro 6: Coeficientes de Runoff médios em telhas.

Fonte: Plínio Tomaz 2003

Anecchini (2005) reforça a questão das calhas e outros receptáculos para não se perder em eficiência. Eles precisam ser bem dimensionados e instalados propriamente para que a água coletada possa fluir sem nenhum tipo de interferência, assim gerando maior coleta para uma mesma massa de chuva que cai nos telhados.

A NBR 10844/89 detalha muito bem esses equipamentos, como dimensioná-los e o tipo de material que devem ser feitas, para se evitar qualquer tipo de dano, resistente às intempéries entre outros.

Para se fazer um dimensionamento de um reservatório, é necessário que se conheça previamente o volume de chuva aproveitável em um determinado tempo. A NBR mostra como se chega nesse valor aproximado e seus parâmetros influenciadores:

$$Q_{(t)} = P_t \cdot A \cdot c_r \cdot \eta_{\text{fator de captação}} \quad (2)$$

$Q_{(t)}$ – volume de água de chuva aproveitável em um período de tempo

P_t – Precipitação média de chuva em uma região no mesmo período de tempo

A – área de coleta de chuva

c_r – coeficiente de runoff

$\eta_{\text{fator de captação}}$ – eficiência do sistema de captação, considerando o first flush

O fator de captação dependerá da instalação feita e dos equipamentos, ou seja, calhas, dutos, filtros e, principalmente, o first flush, influenciam na escolha desse parâmetro. Tomaz (2010) afirma que a eficiência do descarte da primeira água de chuva varia em torno de 0,5 a 0,9 e que o volume do reservatório deve ser dimensionado de acordo com critérios técnicos e características da região.

Se o reservatório for um dado pré-estabelecido, é importante conhecer a demanda de chuva do local para escolher um sistema, no mínimo, superdimensionado, o que poderia acarretar um custo mais alto também.

Como o comportamento da água de chuva é bem particular em cada região, os modelos de dimensionamento são muitos e cada um adota parâmetros similares, porem assumindo duas particularidades. Um modelo bastante conhecido é baseado no período crítico, onde a demanda excedo a produção (Anechinni, 2005), chamado de Método Rippl.

3.6.1 Dimensionamento do reservatório pelo método de rippl

Modelo matemático do calculo do volume de armazenamento que garanta uma vazão praticamente constante durante um período de estiagem em estudo. Amplamente usado para conhecimento da capacidade hídrica para irrigação, geração de energia, controle de enchentes entre outros (Anechinni, 2005).

Desenvolvido por W. Rippl em 1883, ele é conhecido por método de curva mássica, onde a variável captação de chuva é subtraída de uma constante demanda de chuva

(Schiller, 1982). O valor máximo cumulativo dessa diferença seria a mínima capacidade de estocagem em um reservatório (Schiller, 1982).

O método de Rippl (TOMAZ, 2009), as dimensões do reservatório são elaboradas maiores, que normalmente se precisaria, são feitos assim para garantir o abastecimento no período de estiagem para verificar o limite superior do volume do reservatório de acumulação de águas de chuvas. De acordo com esse método, podem-se usar as séries históricas diárias ou mensais. As nomenclaturas desse modelo matemático são variadas, para devido entendimento será usada a existente na NBR 15527/07:

$$S_{(t)} = D_{(t)} - Q_{(t)} \quad (3)$$

$$V = \sum S_{(t)}, \text{ somente para valores de } S_{(t)} > 0 \quad (4)$$

$S_{(t)}$ – volume de água no reservatório no tempo

$D_{(t)}$ – demanda ou consumo no tempo

$Q_{(t)}$ – volume de água de chuva aproveitável em um período de tempo

V – Volume do reservatório

Anechinni (2005) estuda o chamado método iterativo, uma adaptação do método Rippl, mas fazendo-se conhecida uma variável, nesse caso, o volume do reservatório. Dessa forma o programador pode ajustar o melhor percentual de demanda auxiliando também nas questões físicas e financeiras do projeto. É com base nesse método que o estudo desse trabalho se baseia.

3.6.2 Equipamentos essenciais do sistema de captação de água.

3.6.2.1 Extravasor

O tubo de queda do reservatório é de 100 mm, já o extravasor usado foi com o diâmetro de 150 mm, pois é recomendado adotar um diâmetro comercial superior ao tubo de entrada no reservatório.



Figura 3: Estravasor
Fonte: Autor do Projeto

3.6.2.2 Calhas

As calhas são receptáculos das águas da superfície do telhado e transportar imediatamente aos tubos de queda. Por isso é dispensável a aplicação de formulas da hidráulica para o seu dimensionamento, sendo que a declividade ser a mínima admissível e no sentido de tubos de queda a fim de impedir o empoçamento de água quando cessada a chuva.

O dimensionamento das calhas para o telhado do projeto é dividido em duas partes: Comprimento do telhado= 79,70m total, sendo 2 de 39,80m² L=0,60 m. Como temos dois telhados, com a mesma dimensão da calha devemos somar a largura da calha= $l \times 2 = 1,20$ cm.



Figura 4: Calhas 1
Fonte: Autor do Projeto

3.6.2.3 Tubos de queda

São tubos verticais que conduzem as águas das calhas às redes coletoras. Os materiais mais utilizados na fabricação dos tubos de queda são: ferro fundido, PVC, cimento amianto e chapa galvanizada; usamos os tubos de queda de PVC nesse projeto.

Segundo MELO e NETTO (1998), no caso de tubos de queda ao invés de usarmos o diâmetro do condutor, fixamos este ao número de condutores em função da área máxima do telhado, que cada diâmetro pode escoar, conforme quadro 4.

No projeto o dimensionamento do tubo de queda é o seguinte: tubos de queda de 100 mm, que escoam até 91m² de telhado.



Figura 5: Rede coletora
Fonte: Autor do Projeto

Rede coletora é a rede situada horizontalmente no terreno ou presa ao teto do subsolo que recebe as águas das chuvas, que foi usado o tubo de queda em PVC, sendo que o excesso das águas pluviais será conduzido à sarjeta, na rua, em frente ao lote.

3.6.2.4 Filtro coletor

O filtro coletor já vem preparado para a instalação direta na tubulação de descida da água de chuva. Ele filtra e coleta a água da chuva, e a sujeira são carregadas “automaticamente” pela tubulação pluvial.

Todas as partes do filtro-coletor são produzidas em aço-inoxidável, zinco ou cobre de alta qualidade. Os componentes são manufaturados com métodos de produção modernos e controles de qualidade estritos, que garantem um perfeito funcionamento.

Desta forma, segundo Paixão (2013), o Filtro-Coletor podem ser manufaturadas da seguinte forma:

O Filtro-Coletor adapta-se adequadamente às tubulações comerciais de água de chuva feitas de zinco, cobre ou ferro com tamanhos nominais de 76 -, 80 -, de 87 e 100 milímetros. Além disto, o Filtro-Coletor é disponibilizado também para as tubulações plásticas (PVC) - 70 e 100 (com diâmetro exterior 76 e 110 milímetros respectivamente). Para outros casos, nós recomendamos adaptar as tubulações de água de chuva à seção do filtro-coletor.

As peças de zinco ou de cobre apresentam aspecto metálico brilhante na caixa. Depois de algum tempo o zinco oxida e cria uma camada protetora cinzenta e o cobre torna-se marrom escuro. O aspecto metálico do aço inoxidável permanece durável e uniforme.

As superfícies de captação mais apropriadas são áreas inclinadas de telhado de cerâmica, de compostos metálicos ou lajes de concreto.

Telhados de fibrocimento não são adequados.

Frequentemente esta limpeza simples é necessária, geralmente não pode ser especificado por causa da qualidade diferente do telhado bem como do respectivo ambiente local. Nós recomendamos aproximadamente 02 vezes por ano. (PAIXÃO, 2013).

4. METODOLOGIA

4.1 ÁREA DE ESTUDO

Foi definido um estudo de caso do projeto de aproveitamento de água pluvial da Faculdade Multivix Serra, localizada no município de Serra. Adotou-se o modelo já implantado e será analisado o seu sistema e suas qualidades.

A área da Estação escolhida foi o bloco I (área A) da faculdade. A figura 6 possui a planta de cobertura em que foi realizado o estudo.

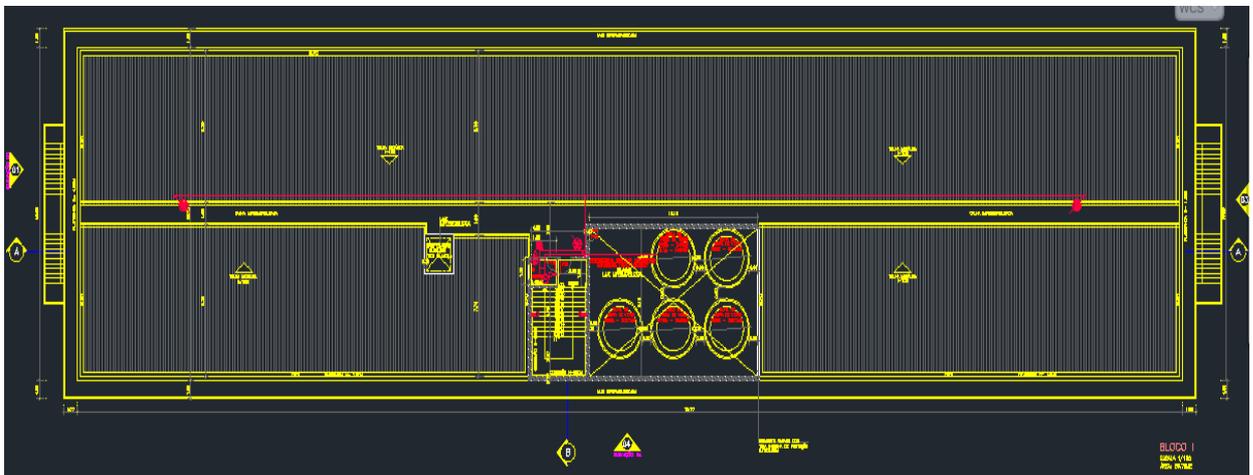


Figura 6: Planta de cobertura do bloco 1 da faculdade Multivix Serra.

Fonte: Multivix Serra

Onde se deve considerar, que foi implantada uma calha impermeável, um telhado cimento amianto impermeável e uma laje impermeável. O reservatório se localizará no térreo, preferencialmente na área externa, visando uma economia considerável, já que as obra da faculdade estão concluídas, esse se localizará próximo a calha vertical principal de captação de água da chuva. O sistema será implantando o mais próximo possível das caixas que receberam a água da chuva, minimizando a perda de carga gerada pela tubulação, joelhos e filtros, facilitando o trabalho da bomba.

4.2 FUNCIONALIDADES DO SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL

A execução do projeto compõe instalação do reservatório e, a instalação dos componentes hidráulicos: (first flush, extravasor e tubulações).

O extravasor foi instalado na calha, na parte superior, a fim de captar a água da chuva e que ela caia diretamente no reservatório, e o mesmo possui uma tela de proteção para evitar a entrada de pequenos animais, uma vez que o reservatório permanecerá tampado.

A tubulação levará a água coletada para um reservatório. Sendo que a primeira água da primeira chuva será descartada na rede pluvial, evitando assim que se cheguem impurezas nos locais destinados.

A partir do momento da implantação, será testado o funcionamento com a próxima chuva. A água de chuva será arrecadada através de calhas com condutores verticais e horizontais que ficará contida em reservatório de 40.000 L, este tamanho foi adotado para execução do projeto, devido ao espaço e o mesmo serem suficiente para os serviços proposto.

Respeitamos as normas técnicas que cita que os 10 minutos ou 1 mm de chuva iniciais terá descartada a água e em seguida será armazenada no reservatório para que se possa ser utilizada para fins não potáveis como à lavagem de pisos. Na limpeza e desinfecção devemos usar o hipoclorito de sódio, como recomenda a norma.

Com relação à irrigação do jardim será feito um cronograma mensal de rega, de acordo com o número de chuva, esclarecendo que caso não ocorra chuva em algum período, será utilizado água do poço, com intervalos de molha, inicialmente com duas regas diárias, depois uma vez, em seguida dia sim outro não e sucessivamente, de acordo com a necessidade do gramado e as condições climáticas.

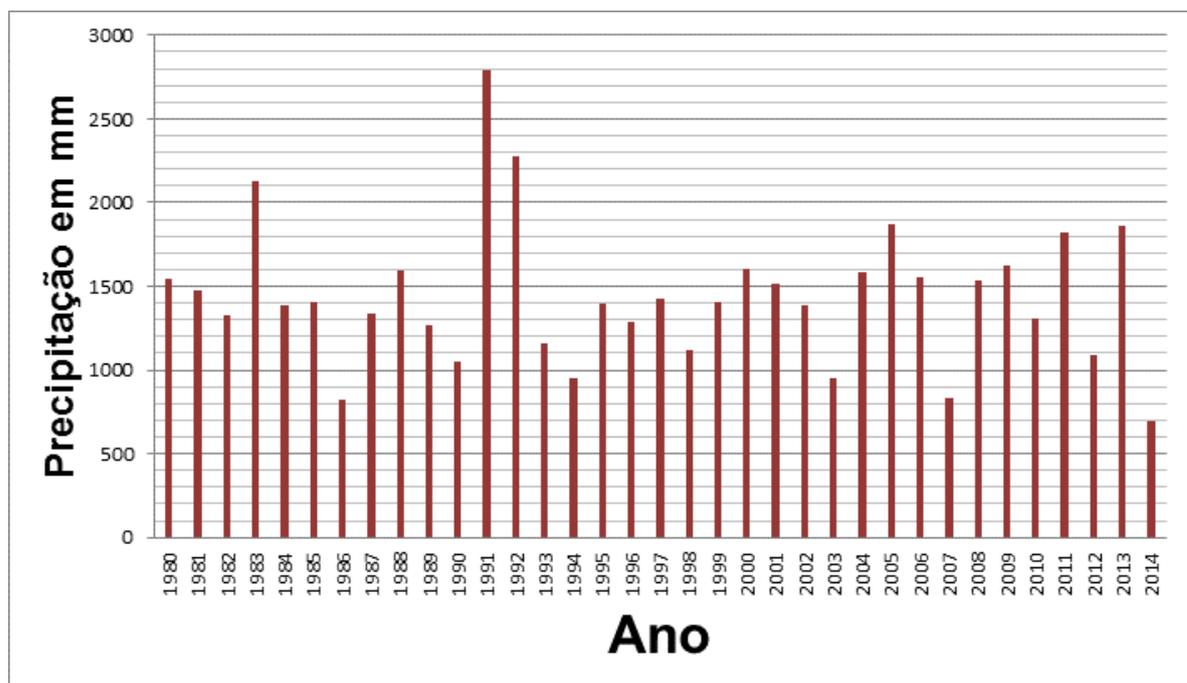
Em relação à lavagem de pisos que também é uma maneira sustentável de se economizar água potável, muito interessante e que devemos fazer deste recurso um bem social, deverá ser usado esporadicamente.

4.3 LEVANTAMENTO DE DADOS PLUVIOMÉTRICOS DA GRANDE VITÓRIA.

Para obtenção dos dados pluviométricos da grande Vitória, foi realizado o levantamento utilizando dados de precipitações do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural e da Agência Nacional de Água.

Na região em estudo, a ANA, em parceria com o DNOS, estudou e mensurou as precipitações ocorridas nos rios Itapemirim e Itabapoana, localizados nas mediações da Fazenda Fonte Limpa, desde 1947. Dados diários foram contabilizados e tabelas e gráficos foram usados como parâmetros do comportamento da chuva na região, o que acarretou diversos alertas socioeconômicos, planejamentos de médio e longo prazo e para que se tivesse um controle quantitativo da água que abastece a região.

O quadro 7 mostra um gráfico do comportamento da chuva nessa região.



Quadro 7: Dados de precipitação de Chuva desde 1980 até 2014 nos rios Itapemirim e Itabapoana.

Fonte: Fazenda Fonte Limpa (DNOS).

4.4 VIABILIDADE TÉCNICA

4.4.1 Levantamento do Consumo Médio Estimado de Água da Instituição

Para calcular o consumo médio estimado de água, utilizamos a NTS 181:2012, que determina faculdades na categoria consumos especiais, que é o caso da instituição, até 100 (cem) bacias sanitárias.

A tabela a ser utilizada para definir o consumo provável em m³/mês é a Figura 2. Onde fica caracterizado a que uso(s) se destinará o imóvel e todos os detalhes necessários ao dimensionamento, através da equação 1..

A equação 5 foi tirada da tabela da NTS 181, dito anteriormente, para a contemplação de menos de 100 bacias sanitárias.

$$C = 34,7 + (0,168.Aj) + (0,724.Ve) + (0,0246.Vo) + (2,06.B) + (0,368.F) \quad (5)$$

Onde:

C: consumo médio estimado em m³/mês;

Aj: área de jardim;

Ve: número de vagas de estacionamento;

Vo: vagas oferecidas ;

B: número de bacias sanitárias;

F: número de funcionários.

4.4.2 Volume de água Captada pelo Telhado No Período de Um Ano

Para obtenção do volume captado de água pluvial, baseou-se na média aritmética das precipitações mensais da série histórica de 1947 a 2014, dados fornecidos pela ANA, na tabela do quadro 11, pela área e pela inclinação do telhado, utilizando a equação 6.

$$V = P_a \cdot RU \cdot C \cdot 0,85 \quad (6)$$

Onde:

V: volume;

Pa: precipitação anual;

RU: área estimada de captação de água dos telhados;

C: coeficiente de escoamento superficial.

Será adotado o fator de captação 0,85, ou seja, assumindo uma perda de 15% de captação de água considerando as informações citadas anteriormente.

O volume captado encontrado é anual, sendo assim, transformaremos para mensal dividindo por doze.

4.4.3 Estimativa de Eficiência Percentual.

A eficiência percentual é uma forma prática de saber o quanto de água potável foi economizada usando a água de chuva. Não foram colocados custos de projeto em si. O objetivo é informar o percentual de água de chuva que está substituindo a água potável nas caixas de água da faculdade.

Para estimar o percentual de água que poderá ser economizada, através da razão entre porcentagem do Volume coletado pelo volume utilizado, segundo a equação 7.

Considerando o Consumo estimado igual a 100% e o Volume captado como Economia percentual gerada, com uma regra de três simples, temos a equação 7:

$$E = \frac{(V_{cap} \times 100)}{C} \quad (7)$$

Onde:

Vcap: Volume capitado m³/mês;

C: Consumo estimado em m³/mês;

E: Economia percentual estimada em %.

5. RESULTADOS E DISCURSSÃO

Para análise de resultados, é importante ressaltar os materiais a serem utilizados no projeto de captação de água da chuva, como o reservatório, a calha, o telhado e os componentes hidráulicos: (firsh flush, extravasor e tubulações)

O reservatório foi implantado duas caixas de capacidade de 20000L (20m³) de armazenamento. Para estimar este valor de volume, foi utilizado o método de Rippl. A calha impermeável para captação de água da chuva tem dimensionamento de 95,64m².

O extravasor tem diâmetro de 150 mm e os tubos de queda de 100 mm para levar a água até o reservatório.

Sabendo disso, podemos calcular o volume a ser captado no telhado da faculdade em dias de chuva para viabilizar a economia de água a ser utilizada para fins não potáveis. Para isso acontecer necessitamos de estudar o retorno de precipitação na região serrana.

5.1 ESTIMATIVA DE RETORNO

De acordo com dados fornecidos pela Instituição de Ensino estudada, a população estimada é de 2.000 alunos, 75 funcionários, 155,55 m² de jardim e 74 bacias sanitárias.

Para efeito de cálculo de consumo mensal usaremos a equação 2 retirada da figura 7 para faculdade até 100 bacias.

Área de jardim	155,55 m ²
Vagas de estacionamento	0 und
Número de vagas oferecidas	2000 und
Número de funcionário	75 und
Número de bacias	74 und

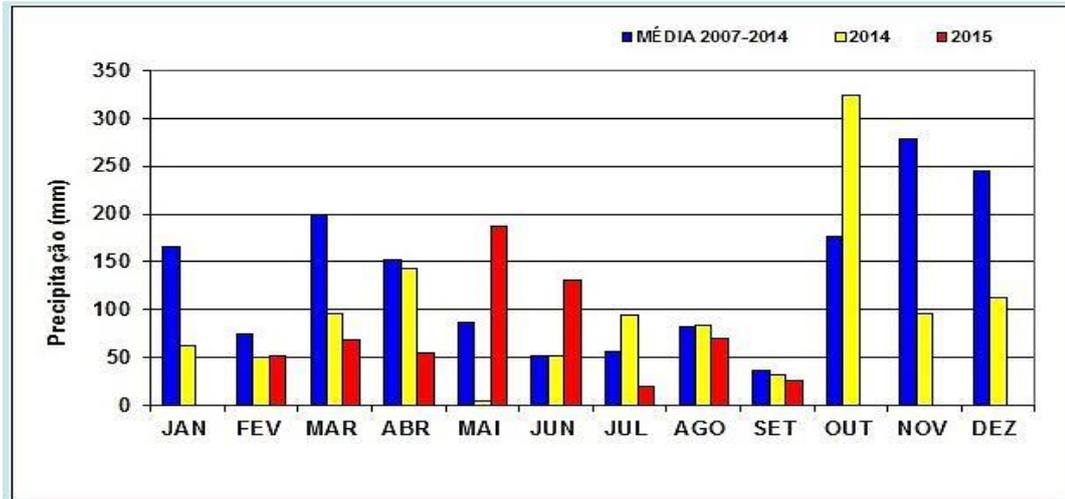
Quadro 8: Dados informativos para calculo de consumo de água na Faculdade Multivix Serra.

Fonte: Faculdade Multivix Serra, 2015.

$C = 290,07 \text{ m}^3/\text{mês}$ ou $290.070 \text{ L}/\text{mês}$.

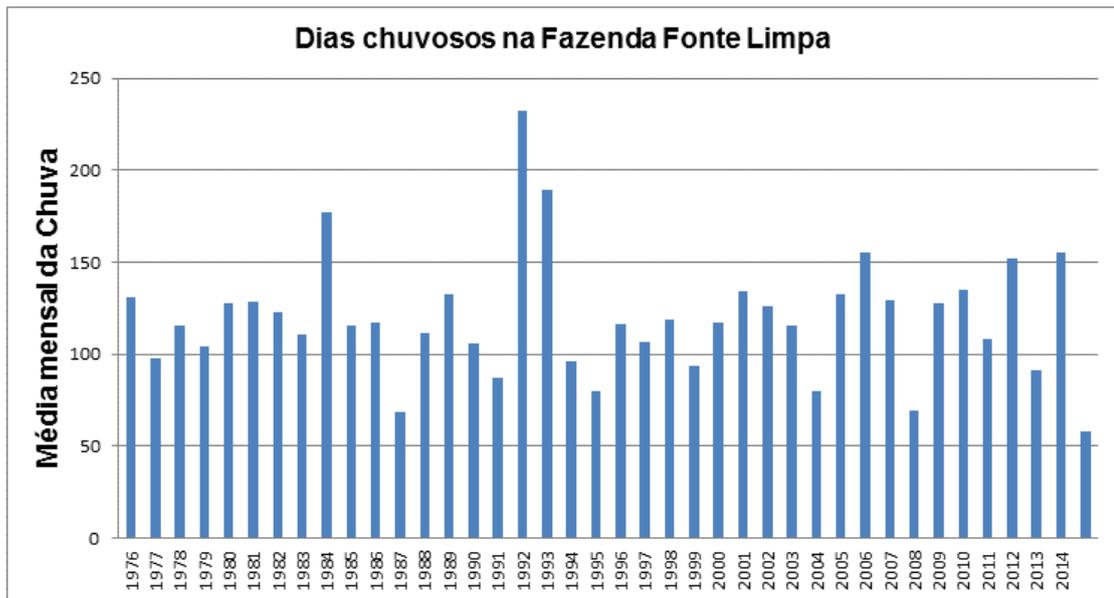
5.2 ESTIMATIVA DE RETORNO E VIABILIDADE TÉCNICA USANDO DADOS DE PRECIPITAÇÕES DA ESTAÇÃO FAZENDA FONTE LIMPA.

Para saber se é viável a construção de um sistema de utilização de água de chuva nas edificações da Grande Vitória baseado na precipitação local. Será aproveitado em nossa captação 90% de escoamento inicial, pois será descartado 10% da água que antecipamos captar, conforme NBR 15527/2007. Ressaltando que o volume do reservatório é de 40.000 litros para armazenar a água captada. Informamos que os dados foram retirados junto ao Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural dado comparativo da precipitação mensal de uma média entre os anos de 2007 até 2014, 2014 e 2015.



Quadro 9: Dados comparativos da precipitação mensal de uma média entre os anos de 2007 até 2014, 2014 e 2015.

Fonte: http://hidrometeorologia.incaper.es.gov.br/?pagina=vitoria_sh



Quadro 10: Dias chuvosos acumulados anuais e média no período de 1976 a 2014.

Fonte: Fazenda Fonte Limpa (DNOS)

Para análise de cálculo do volume médio de chuvas, através de dados coletados da Agência Nacional de Água através da estação Fazenda Fonte Limpa que é a mais próxima do local estudado.

Responsável	Operadora	Estação	Período	Volume médio (mm/mês)
ANA	CPRM	Fazenda Fonte Limpa (DNOS)	Jan 1947 a 2014	142
ANA	CPRM	Fazenda Fonte Limpa (DNOS)	Fev 1947 a 2014	84
ANA	CPRM	Fazenda Fonte Limpa (DNOS)	Mar 1947 a 2014	123
ANA	CPRM	Fazenda Fonte Limpa (DNOS)	Abr 1947 a 2014	88
ANA	CPRM	Fazenda Fonte Limpa (DNOS)	Mai 1947 a 2014	72
ANA	CPRM	Fazenda Fonte Limpa (DNOS)	Jun 1947 a 2014	61
ANA	CPRM	Fazenda Fonte Limpa (DNOS)	Jul 1947 a 2014	86
ANA	CPRM	Fazenda Fonte Limpa (DNOS)	Ago 1947 a 2014	63
ANA	CPRM	Fazenda Fonte Limpa (DNOS)	Set 1947 a 2014	83
ANA	CPRM	Fazenda Fonte Limpa (DNOS)	Out 1947 a 2014	124
ANA	CPRM	Fazenda Fonte Limpa (DNOS)	Nov 1947 a 2014	186
ANA	CPRM	Fazenda Fonte Limpa (DNOS)	Dez 1947 a 2014	180
			Σ Anual	1290mm/ano
				1,290m/ano

Quadro 11: Volume médio mensal entre 1947 a 2014.

FONTE: Autor do Projeto

De acordo com a tabela a média de precipitação anual no período de 1947 a 2014 é 1290 mm/ano ou 1,290m/ano. Utilizando o resultado obtido através da soma aritmética mensal da mesma tabela, será estimado o volume que pode ser captada através do RU (área estimada de captação de água dos telhados) pelos telhados. A área do teto aproveitável para captação de água é de 1609,94 m² de área, através do telhado de telha de cimento amianto podemos analisar o coeficiente de escoamento superficial, conforme o Quadro 6:

- Coeficiente de Runoff do cimento amianto – 0,8 a 0,9.

Dessa forma podemos estimar o Volume de água captada, baseando-se na precipitação média do período de 1947 a 2014 localizada no Quadro 10, utilizando a equação 6.

$V = 1412,24 \text{ m}^3/\text{ano}$ ou 1.412.240 litros/ano.

$V = 117,69 \text{ m}^3/\text{mês}$ ou 117.690 litros/mês.

5.3 EFICIÊNCIA HÍDRICA

Calculado o volume de água que pode ser captado e aproveitado, é necessário verificar o consumo mensal e anual da faculdade, para se ter um conhecimento do consumo do mesmo. Utilizando a equação 7, é possível ter uma noção do percentual de consumo de água da instituição que pode ser redirecionado.

$$E = 40,58\%$$

6. ANÁLISE DE CUSTO

Ao fim da análise de captação de água de chuva para fins não potáveis, podemos obter um resultado de gasto mensal de água na faculdade e comprovar a viabilidade do projeto instalado.



TABELA DE TARIFAS

Vigência a partir de 08/08/2015

Categorias	Tarifas de Água por Faixa de Consumo (R\$/m³)						Tarifas de Esgoto por Faixa de Consumo (R\$/m³)											
							Coleta, afastamento e tratamento					Coleta e afastamento						
	0-10 m³	11-15 m³	16-20 m³	21-30 m³	31-50 m³	> 50 m³	0-10 m³	11-15 m³	16-20 m³	21-30 m³	31-50 m³	> 50 m³	0-10 m³	11-15 m³	16-20 m³	21-30 m³	31-50 m³	> 50 m³
Municípios: Região Metropolitana da Grande Vitória, Piúma (água) e Anchieta																		
Tarifa Social	1,07	1,26	4,30	5,92	6,31	6,58	0,86	1,01	3,44	4,73	5,05	5,26	0,27	0,32	1,07	1,48	1,58	1,65
Residencial	2,69	3,14	5,37	5,92	6,31	6,58	2,15	2,51	4,30	4,73	5,05	5,26	0,67	0,79	1,35	1,48	1,58	1,65
Comercial e Serviços	4,27	4,82	6,70	7,04	7,25	7,48	4,27	4,82	6,70	7,04	7,25	7,48	1,07	1,21	1,68	1,76	1,81	1,87
Industrial	6,86	7,07	7,67	7,75	7,95	8,10	6,86	7,07	7,67	7,75	7,95	8,10	1,71	1,77	1,92	1,94	1,99	2,02
Pública	4,47	5,05	6,48	6,70	6,79	6,88	4,47	5,05	6,48	6,70	6,79	6,88	1,12	1,26	1,63	1,68	1,70	1,73
Municípios: Demais Municípios (Piúma - Esgoto)																		
Tarifa Social	1,04	1,22	4,17	5,74	6,13	6,38	0,84	0,98	3,34	4,59	4,90	5,11	0,26	0,31	1,04	1,44	1,53	1,60
Residencial	2,61	3,05	5,21	5,74	6,13	6,38	2,08	2,44	4,17	4,59	4,90	5,11	0,65	0,76	1,31	1,44	1,53	1,60
Comercial e Serviços	4,27	4,82	6,70	7,04	7,25	7,48	4,27	4,82	6,70	7,04	7,25	7,48	1,07	1,21	1,68	1,76	1,81	1,87
Industrial	6,86	7,07	7,67	7,75	7,95	8,10	6,86	7,07	7,67	7,75	7,95	8,10	1,71	1,77	1,92	1,94	1,99	2,02
Pública	4,47	5,05	6,48	6,70	6,79	6,88	4,47	5,05	6,48	6,70	6,79	6,88	1,12	1,26	1,63	1,68	1,70	1,73

Figura 7: Tabela de tarifas da CESAN

Fonte: CESAN

Baseado na tabela de tarifas da CESAN, para efeito de cálculo do tempo de retorno, se a Faculdade utiliza um consumo maior que 50 m³/mês é cobrado um valor fixo pela CESAN de 7,48 R\$/mês pelo abastecimento de água.

Concluimos que a redução do consumo seria aproximadamente 40%, ou seja, reduzia de 290,07 m³/mês para 174,042 m³/mês. Comparando R\$ 2169,73 que é o valor mensal cobrado por usuários que usam em média 290,07 m³ e 1301,83 R\$/mês que é a taxa cobrada aos usuários que usam 174,042 m³/mês, haveria uma economia 867,90 R\$/mês.

7. CONCLUSÃO

De acordo com os dados apresentados, existe uma possibilidade viável de o projeto ser concretizado, algumas lacunas ainda precisam ser preenchidas, como consumo de energia elétrica da bomba, caso haja, determinar a real eficiência do projeto e a curva econômica.

A determinação do volume do reservatório foi uma boa prerrogativa, sabendo que ele representa grande parte do custo do projeto, nesse caso, o retorno imediato foi satisfatório, basta determinar os custos de manutenção que existirão e seu período.

O custo da água ainda continua baixo, porém, com os recentes acontecimentos na região de Minas Gerais e Espírito Santo, existe uma boa possibilidade, não somente econômica, mas social e ética de um projeto como esse, com um pouco mais de estudo, ser efetuado.

Em virtude dos fatos relacionados e ao levantamento de dados pluviométricos estudados, junto com o histórico do consumo médio estimado de água da Instituição, podemos assim, verificar que a captação de água da chuva para fins não potáveis é tecnicamente viável, devido à precipitação média anual, a demanda, a área de captação e o seu potencial quantitativo.

Sendo assim, vê-se a necessidade de aprofundar esse estudo, com base na eficiência hídrica e, com futuros projetos de expansão, haverá maior captação em conjunto com a demanda.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABCMAC. Associação Brasileira de Captação e Manejo de Água de Chuva. Disponível em: <<http://www.abcmac.org.br>> Acesso em: 05 Nov. 2015.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos**: NBR 15.527. Rio de Janeiro, 2007.

ALT, R. Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis - Estudo baseado no curso ABNT de 11-02-2009 SP/SP do eng. Plínio Tomaz. 2009

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br>. Acesso em: 07 Nov de 2015.

ANNECCHINI, K. P. V. Aproveitamento da água de chuva para fins não potáveis na região metropolitana de Vitória (ES). 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Centro Tecnológico, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10844: instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro, 1989. 13p.

AZEVEDO NETTO, J. M. , Aproveitamento de águas de chuva para abastecimento. BIO – Revista Brasileira de Saneamento e Meio Ambiente , Rio de Janeiro, ano III, n.2, p.44-48, abr./jun. 1991. ISSN 0103-5134.

BARROS, R. T. V. Manual de saneamento e proteção ambiental para os municípios – volume 2. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 1995. ISBN 85.8266.02.3.

BARTH, FLÁVIO TERRA et al. Modelos para Gerenciamento de Recursos Hídricos. Coleção ABRH de Recursos Hídricos, volume 1, ano 1987.

BOERS, Th. M.; BEN-AHER, J. A review of rainwater harvesting. **Agricultural Water Management**, v. 5, p. 145-158, 1982.

BRAGA, B. et al. Introdução à Engenharia Ambiental. São Paulo: Prentice Hall, 2002. 305p.

BREGA FILHO, D. MANCUSO, P. (2003) Conceito de reuso de água. In: Mancuso, P., santos, H. dos (org). Reúso de água. Barueri, SP: manole (USP).

CARLON, M. R. Percepção dos Atores Sociais Quanto às Alternativas de Implantação de Sistemas de Captação e Aproveitamento de Água de Chuva em Joinville – SC. 2005. 202f. Dissertação (Mestrado) – Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí, Santa Catarina, 2005. Disponível em:<<http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/16marcia.pdf>> Acesso em 2 nov. 2015.

DI BERNARDO, Luiz. DANTAS, Angela Di Bernardo. **Métodos e Técnicas de Tratamento de Água. Vol 1. Editora Rima**, p. 9, 2005.

DIAS, Isabelly Cícera Souza. Estudo da viabilidade técnica, econômica e social do aproveitamento de água de chuva em residências na cidade de João Pessoa. 2007.132 f. dissertação (Mestrado em Urbanismo) – Universidade Federal da Paraíba, João pessoa, 2007.

HESPANHOL, I. Potencial de reuso de água no Brasil: agricultura, indústria, municípios, recarga de aquíferos. BAHIA ANÁLISE & DADOS Salvador, v. 13, n.ESPECIAL, p. 411-437, 2003.

FENDRICH, R.; OLIYNIK, R. Manual de utilização das águas pluviais: 100 maneiras práticas. Curitiba: Livraria do Chain, 2002.

GNADLINGER, J. et al. Tecnologias de Captação e Manejo de Água de Chuva para o Semi-Árido Brasileiro, [200_?]. Disponível em: < <http://www.abcmac.org.br/>> Acesso em 25 out. 2006.

GOMES. Marco Aurélio A. Filgueras. Cultura Urbanística e Contribuição Modernista, Basil, Anos 1930- 1960. In Cadernos PPG/FAUFBA/Universidade Federal da Bahia. Ano 3, edição especial, 2005.

GONÇALVES, R. et al. The contemporary European copper cycle: The characterization of technological copper cycles. Ecological Economics, n. 42, p. 9-26, 2002.

MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, H. F. Reuso de Água. Barueri, SP: Manole, 2003.

MELO, Vanderley de Oliveira; NETTO, José M de Azevedo. Instalações Prediais Hidráulico-Sanitárias. 6ª reimpressão. São Paulo: Edgard Blucher Ltda, 1988.

MORUZZI, Rodrigo Braga; NAKADA, Liane Yuri Kondo. Coleta e tratamento de água pluvial para fins não potáveis com emprego de amido de milho como coagulante primário em filtração cíclica em escala de laboratório. **Revista de Estudos Ambientais**, v. 11, n. 1, p. 51-60, 2009.

NGIGI, S. N.; Optimization of rainwater catchment systems design parameters in the arid and semiarid lands of Kenya. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE SISTEMAS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA, 9., 1999. Petrolina. Anais eletrônicos... Disponível em: <http://www.cpatsa.embrapa.br/catalogo/start_inicio.html>. Acesso em: 26 set. 2015.

NUNES, R. T. S. (2006) Conservação da água em edifícios comerciais: potencial de uso racional e reuso em shopping center

OLIVEIRA, S. M. Aproveitamento de água de chuva e reúso de água em residências unifamiliares: estudo de caso em Palhoça - SC. 2005. 134f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

PEGORETTI, Felipe. Ouchi, NEWTON Toshio; JUNIOR, Paulo Roberto Batista.
Estudo

Sobre A Utilização De Um Sistema De Captação De Água Da Chuva No Restaurante Universitário Da Unicamp. Revista Ciências Do Ambiente On-Line Julho, 2009 Volume 5, Número 1.

PORTAL BRASIL, Ana apresenta panorama sobre situação hídrica do país.
Disponível em:
<http://www.brasil.gov.br/meio-ambiente/2015/02/ana-apresenta-panorama-sobre-situacao-hidrica-do-pais>. Acesso em 29 abr. 2015.

PORTAL MINISTÉRIO DA SAÚDE, Portaria nº- 2.914, de 12 de dezembro de 2011.
Disponível em: <http://www.saude.mg.gov.br/images/documentos/PORTARIA%20No-%202.914,%20DE%2012%20DE%20DEZEMBRO%20DE%202011.pdf>. Acesso em 15 jul. 2015.

SABESP. Companhia de Saneamento Básico de São Paulo. Disponível em:
<<http://www.sabesp.com.br>> Acesso em 10 mai. de 2015.

SANTOS, Caroline dos. O Aproveitamento da Água de Chuva Para Uso Não Potável Em Edificações. Disponível em: . Acesso em: 13 ago. 2009.

SCHILLER E.; LATHAM, B. Computerized methods in optimizing rainwater catchment systems. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON RAINWATER CISTERN SYSTEMS, 1st, 1982, Honolulu, United States. Proceedings... Honolulu: IRCSA, 1982.

SHIKLOMANOV, Igor A. World water resources: a new appraisal and assessment for the 21st century. Paris: UNESCO, 1998. p.4.

TOMAZ, PLINIO. Economia de água. Disponível em:
<http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/Novos_livros/livro_economia_de_agua_170114/economia_de_agua.pdf>. Acesso em 29 abr. 2015.

TOMAZ, P. Conservação da água. Guarulhos: Parma, 1999.

TOMAZ, P. Previsão de consumo de água. São Paulo: Navegar Editora, 2000.

TOMAZ, P. Aproveitamento de água de chuva. São Paulo: Navegar Editora, 2003.

TUCCI, Carlos; PORTO, Rubem; BARROS, Mario. Drenagem Urbana. 1ªed. Porto Alegre: ABRH, 1995.

WERNECK, G. A. M. Sistemas de utilização da água da chuva nas edificações: o estudo de caso da aplicação em escola de Barra do Piraí. Dissertação (Mestrado) Faculdade de Arquitetura e Urbanismo; Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2006.

YOSHIDA, Olga S. et al. Parametrização de consumo de água por atividade econômica. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária, 20., 1999, Rio de Janeiro. **Anal.** Rio de Janeiro: Abes, 1999. v. 2, p. 1208 - 1215. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/brasil20/ii-035.pdf>>. Acesso em: 21 nov. 2015.

YOSHIDA, O. S. et al. Determinação de modelos de previsão de consumo de água para dimensionamento de ramais e hidrômetros de grandes consumidores. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária, 22., 2003, Joinville. 22o Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária, 2003. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/abes22/dlii.pdf>>. Acesso em: 21 nov. 2015.

ZANELLA, Luciano Manual para captação emergencial e uso doméstico de água de chuva [livro eletrônico] / Luciano Zanella. -- São Paulo : IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2015