

**UNIS – MG - CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS**

**ENGENHARIA CIVIL**

**RENATA TOLEDO BARBOSA**

**ESTUDO DE UM SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA E REUSO DE  
ÁGUA CINZA PARA FINS NÃO POTÁVEIS PARA O COLÉGIO PADRE JÚLIO  
MARIA NO MUNICÍPIO DE BOA ESPERANÇA-MG**

**Varginha  
2016**

**RENATA TOLEDO BARBOSA**

**ESTUDO DE UM SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA E REUSO DE  
ÁGUA CINZA PARA FINS NÃO POTÁVEIS PARA O COLÉGIO PADRE JÚLIO  
MARIA NO MUNICÍPIO DE BOA ESPERANÇA-MG**

Trabalho apresentado como requisito para obtenção dos créditos da disciplina TCC II, 10º período do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS/MG sob orientação do Prof.º Leopoldo Uberto Ribeiro Júnior.

**Varginha  
2016**

**RENATA TOLEDO BARBOSA**

**ESTUDO DE UM SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA E REUSO DE  
ÁGUA CINZA PARA FINS NÃO POTÁVEIS PARA O COLÉGIO PADRE JÚLIO  
MARIA NO MUNICÍPIO DE BOA ESPERANÇA-MG**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao curso de Engenharia de  
Civil do Centro Universitário do Sul de  
Minas, como pré-requisito para obtenção  
do grau de bacharel pela Banca  
Examinadora composta pelos membros,

Aprovado em     /     /

---

Prof. Dr. Leopoldo Uberto Ribeiro Júnior

---

Prof. Esp. Luana Ferreira Mendes

---

Prof. Esp. Marina Santos Tavares

OBS.:

Dedico este trabalho a todos aqueles que  
contribuíram para sua realização.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado saúde e força para superar todos os obstáculos. Aos meus pais pelo apoio e oportunidade que me proporcionaram. Ao meu namorado pelo amor e incentivo. Ao meu orientador, Prof. Dr. Leopoldo Uberto Ribeiro Júnior, pela ajuda e orientação ao longo do meu trabalho. Enfim a todos os meus familiares, amigos e professores que de alguma forma me ajudaram a chegar até aqui.

## RESUMO

O presente trabalho vem apresentar um estudo de caso, realizado em uma escola particular do município de Boa Esperança - MG, onde foi analisado o potencial de economia de água potável que poderia ser obtido através da implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial e de reuso de água cinza para fins não potáveis. Primeiramente, foram feitos levantamentos de dados da população da escola, medições de vazão dos aparelhos, análise de faturas de consumos de água e cálculos de volumes médios anuais de água de chuva descartados pelo telhado da edificação. Além disso, foram realizadas entrevistas com os alunos, professores e funcionários, verificando a frequência e tempo médio de uso dos aparelhos, assim como um levantamento das principais atividades que consomem água. Foi verificado o percentual de água potável que poderia ser substituído por não potável, garantindo a economia dos recursos hídricos, que resultou em aproximadamente 80% do consumo. Todos estes passos realizados no trabalho foram de suma importância para se calcular o sistema de captação de água pluvial, de reuso e o misto, quando as duas técnicas foram utilizadas em conjunto. Então foi determinado o volume do reservatório inferior de 20.000 litros para captação de água pluvial, de 1.000 litros para o reuso e de 3.000 litros para o sistema misto. Por fim, foi feita uma análise técnica e econômica, apresentando os custos de implantação, de materiais e de mão-de-obra. A partir daí, verificou-se que a utilização do sistema misto é a alternativa que apresenta o maior potencial de economia de água tratada. Os sistemas de aproveitamento de água pluvial e reuso são soluções sustentáveis que auxiliam para uso racional da água, contribuindo para a conservação dos recursos hídricos para as futuras gerações.

**Palavras-chave: Economia de água. Aproveitamento de água pluvial. Reuso de água cinza.**

## ABSTRACT

*The present work presents a case study, carried out in a private school in the municipality of Boa Esperança - MG, where it was analyzed the potential of saving of drinking water that could be obtained through the implantation of a system of utilization of rain water and Reuse of gray water for non-potable purposes. First, data were collected from the school population, flow measurements of the apparatus, analysis of water consumption bills and calculations of average annual volumes of rainwater discarded by the roof of the building. In addition, interviews were conducted with students, teachers and staff, checking the frequency and average time of use of the appliances, as well as a survey of the main activities that consume water. The percentage of drinking water that could be replaced by non-drinking water was verified, guaranteeing the saving of water resources, which resulted in approximately 80% of consumption. All of these steps performed in the work were of paramount importance in calculating the rainwater harvesting, reuse and mixed systems, when the two techniques were used together. Then, the volume of the lower reservoir of 20,000 liters was obtained for the collection of rainwater, 1,000 liters for reuse and 3,000 liters for the mixed system. Finally, a technical and economic analysis was made, presenting the costs of implementation, of materials and of labor. From there, it was verified that the use of the mixed system is the alternative that presents the greatest potential for saving treated water. Rainwater harvesting and reuse systems are sustainable solutions that help the rational use of water, contributing to the conservation of water resources for future generations.*

**Keywords: saving water. Rainwater Harvesting. Reuse of gray water.**

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Disponibilidade hídrica Mundial. ....	13
Figura 02: Disponibilidade hídrica no Brasil por região. ....	14
Figura 03: Esquema de funcionamento de sistema aproveitamento de água de chuva. ....	21
Figura 04: Esquema do equipamento de filtragem. ....	21
Figura 05: Parâmetros e características para água de reuso classe 1. ....	26
Figura 06: Parâmetros e características para água de reuso classe 3. ....	27
Figura 07: Localização do Colégio Padre Júlio Maria. ....	29
Figura 08: Vista aérea do Colégio Padre Júlio Maria. ....	30
Figura 09: Dados pluviométricos. ....	32
Figura 10: Coleta de água na caixa de passagem para análise. ....	38
Figura 11: Aparelhos sanitários existentes na escola. ....	49



## LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Coeficientes de rugosidade.....	40
Tabela 02: Capacidades de calhas semicirculares com coeficientes de rugosidade $n = 0,011$ (Vazão em L/min).....	40
Tabela 03: Dados obtidos pela conta de água da escola.....	46
Tabela 04: Precipitações mensais dos últimos cinco (5) anos e médias (mensal e anual)(mm). .....	48
Tabela 05: Vazão dos aparelhos sanitários existentes.....	50
Tabela 06: Valores de consumo diário total de água por aparelho de uso individual.....	51
Tabela 07: Valores de consumo diário total de água por aparelho de uso coletivo.....	51
Tabela 08: Consumo total diário e total mensal de água estimado e real.....	52
Tabela 09: Percentual de água não potável.....	52
Tabela 10: Quantidade de água cinza descartada.....	52
Tabela 11: Média do volume de descarte anual em litros.....	53
Tabela 12: Dimensionamento das calhas.....	54
Tabela 13: Dimensionamento dos condutores verticais.....	54
Tabela 14: Dimensionamento dos condutores horizontais.....	55
Tabela 15: Volume diário dos aparelhos de reuso.....	58
Tabela 16: Diâmetro do coletor de água cinza.....	59
Tabela 17: Capacidade dos reservatórios do sistema misto.....	60
Tabela 18: Resumo dos custos de implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial.....	61
Tabela 19: Resumo dos custos de implantação de um sistema de reuso de águas cinzas.....	62
Tabela 20: Resumo dos custos de implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial em conjunto com um sistema de reuso de águas cinzas.....	62
Tabela 21: Período de retorno.....	62

## LISTA DE QUADROS

Quadro 01: Indicador de Consumo (IC) de água para escolas – autores estrangeiros e nacionais. ....	18
Quadro 02: Parâmetros de qualidade de água de chuva para usos restritivos não potáveis. ....	23
Quadro 03: Frequência de manutenção. ....	24
Quadro 04: Determinação do diâmetro para coletores verticais.....	41
Quadro 05: Capacidade de condutores horizontais de seção circular (vazões em L/min) .....	41
Quadro 06: Estimativa do volume do reservatório de água pluvial considerando todos os meses do ano.....	56
Quadro 07: Estimativa do volume do reservatório de água pluvial desconsiderando o mês de julho.....	57
Quadro 08: Estimativa do volume do reservatório de água pluvial desconsiderando o mês de julho (férias escolares) e agosto (seca) .....	57
Quadro 09: Estimativa do volume do reservatório do sistema misto desconsiderando o mês de julho (férias escolares) e agosto (seca) .....	60

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

CPJM – Colégio Padre Júlio Maria

IC – Indicador de Consumo

L - Litros

L/h – Litros por hora

L/min – Litros por minuto

L/s – Litros por segundo

m<sup>2</sup> - Metro (s) ao Quadrado

m<sup>3</sup> - Metro (s) ao Cúbico

m<sup>3</sup>/s – Metro (s) ao Cúbico por segundo

MG – Minas Gerais

ml – Mililitro

mm/h – milímetros por hora

n – coeficiente de rugosidade

NBR – Norma Brasileira

pH – Potencial Hidrogeniônico

PVC - Policloreto de Vinila.

SAAE – Serviço Autônomo de Água e Esgoto

UNIÁGUA – Universidade da Água

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>1.1. Objetivos</b> .....	15
1.1.1. Objetivo Geral .....	15
1.1.2. Objetivos específicos .....	15
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	16
<b>2.1. Importância da água</b> .....	16
<b>2.2. Importância da conservação da água</b> .....	16
<b>2.3. Usos finais de água</b> .....	17
<b>2.4. Medidor de consumo</b> .....	19
<b>2.5. Indicador de consumo por usuário</b> .....	19
<b>2.6. Quantidade da água cinza descartada</b> .....	19
2.6.1. Método de medição .....	19
<b>2.7. Aproveitamento de água de chuva</b> .....	19
2.7.1. Aproveitamento de água pluvial em escolas .....	22
2.7.2. Qualidade da água armazenada .....	23
<b>2.8. Reuso de água</b> .....	24
2.8.1. Reuso não potável .....	24
2.8.2. Água cinza.....	25
2.8.3. Padrões de qualidade da água para reuso .....	25
<b>2.9. Exigências mínimas da água não potável</b> .....	27
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	29
<b>3.1. Contextualização do estudo de caso</b> .....	29
<b>3.2. Levantamento de dados</b> .....	30
3.2.1. Dados de consumo de água .....	30
3.2.2. Consumo por usuário .....	31
3.2.3. Quantidade de água da chuva descartada pelo telhado. ....	31
3.2.4. Usos finais de água.....	32
3.2.4.1. Vazões .....	33
3.2.4.2. Entrevistas com os usuários.....	34
3.2.5. Estimativa do consumo de água .....	35
3.2.6. Avaliação do potencial de economia de água potável .....	37
3.2.7. Quantidade de água cinza descartada.....	37
3.2.8. Qualidade da água descartada .....	37
3.2.9. Volumes totais.....	38
<b>3.3. Componentes principais para captação de água de chuva</b> .....	39
3.3.1. Área de captação .....	39
3.3.2. Calhas e condutores.....	39
3.3.3. Reservatórios.....	41
3.3.3.1. Método de Rippl .....	42
3.3.3.2. Estimativa do volume do reservatório de água de chuva .....	42
3.3.3.3. Descrição e localização do reservatório .....	43
<b>3.4. Componentes principais para o sistema de reuso</b> .....	43
3.4.1. Estimativa do volume do reservatório de água de reuso.....	43
<b>3.5. Componentes principais para o sistema misto</b> .....	44

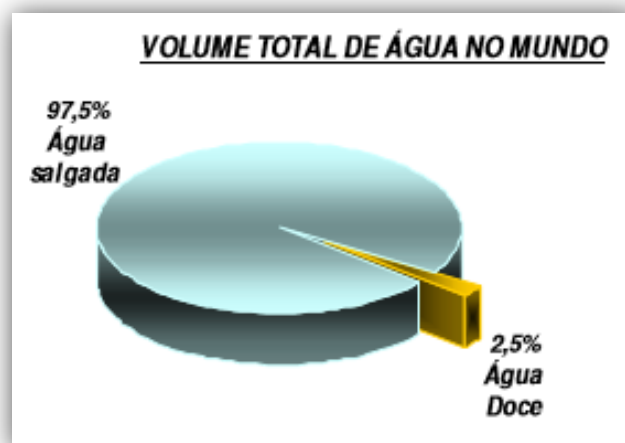
3.5.1. Estimativa do volume do reservatório considerando utilização simultânea dos dois sistemas.....	44
<b>3.6. Análise econômica .....</b>	<b>44</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>46</b>
<b>4.1. Contextualização do estudo de caso .....</b>	<b>46</b>
<b>4.2. Levantamento de dados .....</b>	<b>46</b>
4.2.1. Dados de consumo de água .....	46
4.2.2. Consumo por usuário .....	47
4.2.3. Quantidade de água da chuva descartada pelo telhado. ....	47
4.2.4. Usos finais de água.....	48
4.2.4.1. Vazões .....	49
4.2.4.2. Entrevistas com os usuários.....	50
4.2.5. Estimativa do consumo de água .....	50
4.2.6. Avaliação do potencial de economia de água potável .....	52
4.2.7. Quantidade de água cinza descartada.....	52
4.2.8. Qualidade da água descartada .....	53
4.2.9. Volumes totais.....	53
<b>4.3. Componentes principais para captação de água de chuva .....</b>	<b>53</b>
4.3.1. Reservatórios.....	55
4.3.1.1. Descrição e localização do reservatório .....	58
<b>4.4. Componentes principais para o sistema de reuso.....</b>	<b>58</b>
4.4.1. Estimativa do volume do reservatório de água de reuso.....	58
<b>4.5. Componentes principais para o sistema misto.....</b>	<b>59</b>
4.5.1. Estimativa do volume do reservatório considerando utilização simultânea dos dois sistemas.....	59
<b>4.6. Análise econômica .....</b>	<b>60</b>
<b>5 CONCLUSÃO .....</b>	<b>63</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>65</b>
<b>APÊNDICE A – Questionário.....</b>	<b>68</b>
<b>APÊNDICE B – Aparelhos sanitários e locais de utilização de água na escola.....</b>	<b>69</b>
<b>APÊNDICE C – Laudo do SAAE de Boa Esperança - MG.....</b>	<b>73</b>
<b>APÊNDICE D – Projetos de locação dos reservatórios.....</b>	<b>75</b>
<b>APÊNDICE E – Custo de tubulações, conexões e filtros.....</b>	<b>76</b>
<b>ANEXO A – Conta de água fornecida pela agência de abastecimento.....</b>	<b>78</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Dentre inúmeros recursos naturais, a água é um dos mais preciosos, por ser essencial para a vida no nosso planeta. Atualmente, há uma preocupação em relação à sua conservação, uma vez que é indispensável para diversas atividades agrícolas, industriais e domésticas.

Conforme UNIÁGUA (2006), cerca de 2/3 da superfície do planeta Terra são dominados pelos oceanos. O volume total de água na Terra é estimado em torno de 1,35 milhões de quilômetros cúbicos, sendo que 97,5% deste volume são de água salgada, encontrada em mares e oceanos. Já 2,5% são de água doce, porém localizada em regiões de difícil acesso, como aquíferos (águas subterrâneas) e geleiras. Apenas 0,007% da água doce encontram-se em locais de fácil acesso para o consumo humano, como lagos, rios e na atmosfera. Isto é exemplificado na Figura 01.

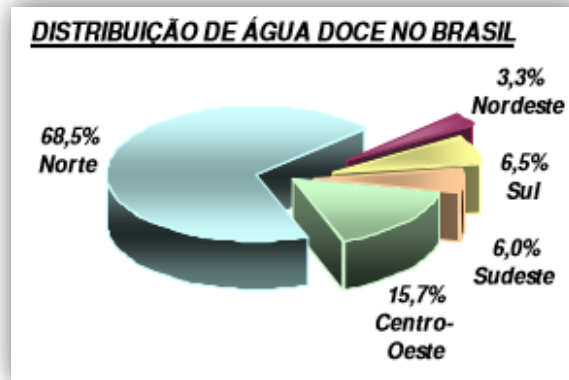
Figura 01: Disponibilidade hídrica Mundial.



Fonte: ShiKlomanov (1998).

Além disso, no Brasil ocorre a questão da má distribuição populacional em função das reservas hídricas. Ghisi (2006) afirma que, os locais mais populosos são justamente os que possuem pouca água, por outro lado onde há muita água ocorre baixo índice populacional. Temos como exemplos a Região Sudeste do Brasil, que dispõe de um potencial hídrico de apenas 6% do total nacional, porém conta com 43% do total de habitantes do país, enquanto a Região Norte, que compreende a Bacia Amazônica, apresenta 68,5% de água disponível, contando com apenas 8% da população brasileira, conforme Figura 02.

Figura 02: Disponibilidade hídrica no Brasil por região.



Fonte: Tomaz (2001).

Devido ao crescimento populacional e conseqüentemente o aumento do consumo de água potável, a disponibilidade de recursos hídricos e sua qualidade vêm diminuindo. Isso afeta as diversas atividades, trazendo conseqüências para a população e comprometendo as gerações futuras.

Segundo Rebouças (1999), a quantidade de água no planeta sempre foi à mesma, contudo, o desequilíbrio ambiental que vem ocorrendo nos últimos anos, tem provocado distribuição irregular das chuvas, causando escassez em áreas onde antes havia abundância.

Com isso, nota-se a necessidade de utilização de técnicas para fazer o aproveitamento da água. Uma das opções é o reuso, pois “atualmente, grande parte da água utilizada em uma residência é descartada diretamente no esgoto, mas nem sempre essa água é de tão má qualidade que não possa ser reaproveitada após seu primeiro uso.” (RODRIGUES. 2015. p.9). Outra opção para suprir a demanda da população em relação ao uso de água para fins não potáveis é a captação de água da chuva. Em conformidade com Marinowski (2007), a água da chuva coletada pode ser utilizada para diversos fins, como por exemplo, em descarga de vasos sanitários, torneiras de jardins, lavagem de roupas, de calçadas e de automóveis. Através de sistemas de captação da água pluvial é possível minimizar problemas relacionados com drenagem, como enchentes e alagamentos, além de reduzir o consumo de água potável.

Segundo Scherer (2003), as escolas são uma fonte potencial para a implantação de sistemas de aproveitamento das águas pluviais para fins não potáveis, por geralmente apresentarem grandes áreas de telhados e outras coberturas. Questões como o uso de equipamentos economizadores de água e a conscientização dos usuários para redução do consumo também são de suma importância. Contudo, para a implantação desses sistemas, é necessário verificar a economia de água potável, relacionando o custo e o benefício. Além disso, é importante fazer estudos da viabilidade técnica e econômica.

Então, é proposto um estudo de caso no Colégio Padre Júlio Maria na cidade de Boa Esperança - MG, no qual será analisado o sistema hídrico de uma instituição de ensino, com a implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial e reuso de água cinza, para abastecer os pontos de utilização de água não potável.

## **1.1. Objetivos**

Para o desenvolvimento do trabalho buscou-se atingir o objetivo geral, através dos objetivos específicos.

### **1.1.1. Objetivo Geral**

Analisar a viabilidade técnica e econômica de um sistema de captação de água de chuva e de reuso de águas cinzas.

### **1.1.2. Objetivos específicos**

- Apresentar um diagnóstico do sistema onde será realizado o estudo de caso;
- Estimar os usos finais de água com base em entrevistas com alunos, professores e funcionários do Colégio Padre Júlio Maria da cidade de Boa Esperança - MG;
- Analisar dados de consumo fornecidos pela empresa concessionária de água (SAAE);
- Caracterizar a quantidade total de água consumida;
- Fazer o cálculo do indicador de consumo (IC) por usuário;
- Analisar a qualidade e a quantidade da água cinza descartada;
- Verificar a média anual de água da chuva que é descartada;
- Dimensionar o sistema de reuso da água cinza para fins não potáveis;
- Propor um sistema de captação de água da chuva e utilização para fins não potáveis;
- Descrever um dimensionamento misto de aproveitamento de água pluvial em conjunto com reuso.
- Fazer um levantamento de custos dos sistemas.



## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1.Importância da água**

De acordo com Gomes (2011), a água é considerada fonte de vida. É um recurso natural e um bem econômico essencial para a manutenção da vida e do equilíbrio dos ecossistemas do planeta. O Brasil é um país privilegiado pela diversidade de bacias aquíferas, nascentes e rios.

Ainda segundo Gomes (2011), a disponibilidade e a qualidade da água são de grande importância atualmente. No entanto, as pessoas estão poluindo os rios, destruindo as nascentes, esquecendo a sua importância e o quanto ela é essencial para a vida. Então, abre-se a discussão sobre a escassez da água, tornando motivo de preocupação sobre a possibilidade da falta desse recurso precioso.

É possível verificar desperdícios na indústria, na agricultura, e também no consumo humano diário. Portanto, cada pessoa tem papel importante na conscientização sobre a importância da água e do seu uso. (FERREIRA, 2005).

### **2.2.Importância da conservação da água**

Em conformidade com Brasil et al (2005), a água é atualmente um fator limitante para o desenvolvimento industrial, agrícola e urbano visto que, a disponibilidade de água doce vem sendo reduzida pelo aumento da demanda e a poluição dos mananciais.

A escassez de água não faz parte da realidade somente de regiões áridas e semi-áridas. Muitas regiões com recursos abundantes, mas insuficientes para atender demandas elevadas, também passam por esta situação. Então sofrem com restrições de consumo, afetando na qualidade de vida e no desenvolvimento econômico. (HESPANHOL, 2002).

Para haver o equilíbrio entre a oferta e demanda de água, é necessário que métodos e sistemas alternativos modernos sejam convenientemente desenvolvidos e aplicados. Nesta situação, reuso de águas cinzas, aproveitamento de água de chuva, reciclagem, gestão da demanda, redução de perdas, reparos de vazamentos, troca de equipamentos convencionais por equipamentos economizadores de água e redução da poluição, são práticas importantes para a gestão dos recursos hídricos. (BRASIL et al, 2005).

As águas de qualidade inferior, como os efluentes de processos industriais, de esgotos, águas de drenagem de pátios e agrícola, e águas salobras, devem, sempre que possível, ser consideradas como fontes alternativas para usos menos restritivos. O uso de tecnologias deve

ser adotado para o desenvolvimento dessas fontes, levando a melhoria da eficiência do uso e da demanda, com o objetivo de solucionar o problema da falta universal de água. (BRASIL et al, 2005).

Tomaz (2001) define o uso racional da água como um conjunto de atividades, medidas e incentivos que têm como principais objetivos reduzir a demanda de água; melhorar o uso da água e reduzir as perdas e desperdícios da mesma; implantar práticas e tecnologias para economizar água; informar e conscientizar os usuários.

“Os benefícios obtidos com o uso racional da água são amplos, tanto econômicos quanto ambientais, como por exemplo, economia nas contas de fornecimento de água, conservação dos recursos hídricos e preservação do meio ambiente.” (MARINOSKI. 2007. p.11).

### **2.3. Usos finais de água**

Em relação ao uso doméstico, Netto (1998) cita que está relacionado com as utilizações de descargas de bacias sanitárias, asseio corporal, cozinha, bebida, lavagem de roupas, rega de jardins e quintais, limpeza geral, lavagem de automóveis, entre outros.

As edificações comerciais, de acordo com BRASIL et al (2005), incluem edifícios de escritórios, restaurantes, hotéis, museus, entre outros. O uso de água neste tipo de edificação é na maioria das vezes para fins domésticos (principalmente em ambientes sanitários), sistemas de resfriamento de ar condicionado e irrigação.

Além disso, ainda cita que nas edificações públicas, como escolas, universidades, hospitais, terminais de passageiros de aeroportos, entre outros, o uso da água é parecido com o das edificações comerciais, entretanto o uso dos ambientes sanitários é bem maior, podendo variar de 35% a 50% do consumo total. Percebe-se então que ocorre um alto índice de uso de água tratada para fins que não necessitariam especificamente desta característica. Isto significa que pode-se fazer uso da água de chuva e/ou reuso em bacias sanitárias por exemplo, tendo uma economia de água tratada.

Conforme Marinoski (2007), nas edificações públicas, como escolas e universidades, devem ter programas e pesquisas para o uso racional da água. Isso porque há uma tendência maior em relação ao desperdício, pelo fato dos consumidores não serem responsáveis diretamente pelo pagamento da conta de abastecimento de água.

Para Tomaz (2001), o consumo médio de água para universidades e escolas varia de acordo com o tipo da edificação e distribuído em diversos usos, sendo de 10 a 50 litros/dia por aluno e 210 litros/dia por empregado.

De acordo com Ilha, Pedroso e Ywashima (2008), alguns autores relatam valores extremamente baixos para o indicador de consumo (IC), referindo-se aos hábitos de acordo com cada usuário, como por exemplo, a não utilização dos banheiros pelos alunos e o não acionamento do sistema de descarga após o uso da bacia sanitária. Por outro lado, há autores que citam valores muito elevados, justificando, por exemplo, pela existência de vazamentos, irrigação paisagística em horários inadequados e também pelos hábitos dos usuários. O Quadro 01 mostra alguns exemplos de IC em escolas citados por autores verificando uma grande variedade nos valores.

Quadro 01: Indicador de Consumo (IC) de água para escolas – autores estrangeiros e nacionais.

IC	Categoria	Fonte/ Observação
20 litros/pessoa.dia	não especificada	Ganesan (1998)
378 litros/pessoa.dia		Blease (1990) / para contabilização do número de pessoas, foi considerado apenas o número de funcionários
547 litros/pessoa.dia		Ayres Associates (1993) / os alunos permanecem na escola 7 horas/dia e é preparada 1 refeição
11,0 litros/aluno.dia		
17,4 litros/aluno.dia	infantil e fundamental	Styles; Keating (2000)
30 litros/pessoa.dia	fundamental	Cheng; Hong (2002)
56,4 litros/pessoa.dia	fundamental	Cheng; Hong (2004) para contabilização do número de pessoas, foi considerado o número de funcionários e de alunos, que possuíam entre 7 e 16 anos.
59,5 litros/pessoa.dia	fundamental	
50 litros/aluno.dia	não especificado	Berenhauser; Pulici (1983) <i>apud</i> Tomaz (2000)
10 a 30 litros/aluno.dia	não especificado	Melo; Netto (1988)
50 litros/aluno.dia		Dmae (1988) <i>apud</i> Tomaz (2000)
50 litros/aluno.dia		Macintyre (1996)
81,1 litros/aluno.dia	ensino fundamental (11 a 14 anos – 5º a 8º série)	Oliveira (1999)
18,6 a 30,9 litros/aluno.dia	educação infantil (3 a 6 anos)	Barreto; Chicchi (2001)
7,6 a 11,6 litros/aluno.dia	ensino fundamental (7 a 14 anos – 1º a 8º série)	
4,0 a 13,4	ensino médio (2º grau – 15 a 17 anos)	
25	ensino fundamental e médio	São Paulo (2001)
5,7 a 8,6	Não especificado	Sabesp (2003)
3,79 a 12,1	Educação infantil	Werneck (2006)
0,51 a 11,6	Ensino fundamental	
4,5 a 7,5	Ensino fundamental e médio	

Fonte: ILHA; PEDROSO; YWASHIMA (2008).

## **2.4. Medidor de consumo**

“A medição é uma ferramenta utilizada para o controle de consumo de água. Esse monitoramento pode ser feito através de um único medidor ou por vários, dependendo da necessidade de cada edificação.” (RODRIGUES. 2015. p.13).

Toda a água consumida pelo sistema hidráulico passa pelo medidor (hidrômetro). É nele que em períodos predeterminados são feitos visualmente as leituras dos volumes de água consumidos que são discriminadas nas contas de água. (BRASIL et al, 2005).

## **2.5. Indicador de consumo por usuário**

O Indicador de Consumo (IC) é a relação entre o volume de água consumido em um determinado período histórico e o número de agentes consumidores nesse mesmo período. Em uma edificação, o agente consumidor é a variável mais representativa do consumo. Sendo assim, a unidade do IC varia de acordo com o tipo do edifício, por exemplo, em um edifício residencial ou de escritórios tem-se litros/pessoa.dia; em uma escola, litros/aluno.dia; em um hospital, litros/leito.dia. (BRASIL et al, 2005).

## **2.6. Quantidade da água cinza descartada**

### **2.6.1. Método de medição**

O método volumétrico de acordo com Lopes (2008) é um excelente método para medir vazões. É um método simples, necessita de poucos equipamentos e pode ter uma boa precisão. O volume de água que escoar por certa seção em um período de tempo é definido como a vazão de água. As unidades volumétricas usuais são litros por hora (L/h), litros por segundo (L/s) ou em metros cúbicos por segundo ( $m^3/s$ ).

## **2.7. Aproveitamento de água de chuva**

A NBR 15527:2007- Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis, especifica condições gerais, reservatórios, bombeamento, qualidade da água e manutenção do sistema. Esta norma se aplica quando as águas de chuva podem ser utilizadas após o tratamento para usos não potáveis, como por exemplo, descargas

em bacias sanitárias, limpeza de veículos, lavagem de ruas e calçadas, limpeza de pátios, usos industriais e irrigação de gramados e plantas.

Água de chuva “é a água resultante de precipitações atmosféricas coletada em coberturas, telhados, onde não haja circulação de pessoas, veículos ou animais.” (NBR 15527:2007. p.1).

Segundo May (2004), há várias vantagens em relação aos sistemas de aproveitamento de água pluvial, como preservar os recursos hídricos, minimizar riscos de enchentes e diminuir o consumo de água potável e assim reduzir os custos de água fornecida pelas companhias de abastecimento, ou seja, a viabilidade econômica.

A água de chuva pode ser utilizada em várias atividades com fins não potáveis em uma instituição de ensino, como descargas de vasos sanitários, sistemas de controle de incêndio, lavagem de pisos, limpeza de pátios e irrigação de jardins.

Nesse sentido, Marinowski (2007) considera que a precipitação, a área de captação e a demanda de água são fatores essenciais para a implantação desse sistema. Além disso, May (2004) completa que áreas de coleta, condutores, armazenamento e tratamento são os componentes básicos.

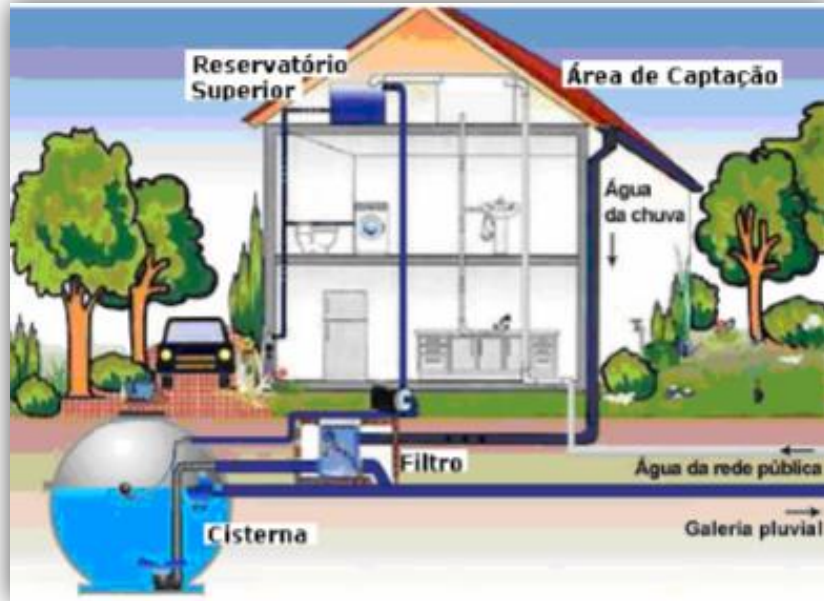
Em síntese, o funcionamento de um sistema de coleta e aproveitamento de água de chuva constitui em captar a água que cai nos telhados ou lajes de uma edificação, conduzir através de calhas, condutores horizontais e verticais até o local de armazenamento. Deve também passar por equipamentos de filtragem e descarte de impurezas. Existe um dispositivo desviador das primeiras águas de chuva que são utilizados em alguns sistemas. Logo que passar pelo filtro, a água é geralmente armazenada em reservatório enterrado (cisterna) e então é bombeada para um reservatório superior, que possuem tubulações específicas de água pluvial que distribuem para o consumo não potável. (MARINOSKI, 2007).

A NBR 15527:2007 estabelece seis métodos para o cálculo dos reservatórios, são eles: método de Rippl, método da simulação, método Azevedo Neto, método prático alemão, método prático inglês e método prático australiano.

Para o sistema de bombeamento de água, em conformidade com Alvarenga (2013), seria interessante o fotovoltaico, pois além de ser semelhante aos sistemas convencionais, tem a vantagem de possuir um conjunto de módulos fotovoltaicos que fazem o acionamento do motor da bomba, e neste caso, não há consumo de energia elétrica.

A Figura 03 apresenta esquema típico de funcionamento do sistema de aproveitamento de água de chuva.

Figura 03: Esquema de funcionamento de sistema aproveitamento de água de chuva.



Fonte: BELLA CALHA (2016).

Além disso, a Figura 04 especifica o esquema de filtro.

Figura 04: Esquema do equipamento de filtragem.



Fonte: EcoCasa (2016).

Para Macomber (2001), devem-se utilizar nas áreas de captação materiais como, telhas galvanizadas pintadas ou esmaltadas com tintas não tóxicas, superfícies de concreto, cerâmicas, policarbonato e fibra de vidro. Além disso, as calhas devem ser de PVC ou outros

tipos de plásticos, ou ainda chapas metálicas. Tudo isso para evitar que partículas tóxicas sejam transportadas para os tanques de armazenagem.

A fim de calcular o volume de água captada, Sempresustentável (2013), ressalta que é necessário multiplicar a área do telhado pela média do índice pluviométrico, resultando na quantidade de chuva que o telhado poderá captar como mostra a equação 01 do LT (Litros de água captada).

$$LT = AT \times MIP \quad (1)$$

Onde:

LT: Litros de água captada (l);

AT: Área do telhado, em metros quadrados (m<sup>2</sup>);

MIP: Média do Índice Pluviométrico, em milímetros de chuva (mm).

### 2.7.1. Aproveitamento de água pluvial em escolas

As instituições de ensino devem utilizar água da chuva visando o retorno na economia de água consumida, e ainda no apelo de ‘marketing’, uma vez que estas práticas se inserem nos conceitos de empresa com responsabilidade social e ambiental ou ecológica (THOMAZ, 2000).

“As edificações escolares, em geral, têm um grande potencial para a implantação de sistemas de aproveitamento de água pluvial, por apresentarem grandes áreas de telhados e outras coberturas (áreas de captação), contribuindo para coleta de maior volume de água da chuva.” (MARINOSKI. 2007. p. 28).

Outro detalhe importante relativo às escolas, que é bem ressaltado por Werneck e Bastos (2006), é que elas são um excelente meio de divulgação dos benefícios das técnicas sustentáveis, como por exemplo, o aproveitamento da água da chuva. Isso porque atendem um grande número de pessoas, direta ou indiretamente, proporcionando também que potenciais futuros usuários se familiarizem com tais sistemas.

É necessário fazer um estudo de viabilidade técnica e econômica antes da implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial. Para isso, devem ser levados em conta dados da edificação, como áreas de captação, dados de precipitação pluviométrica do local e o consumo mensal de água potável e não potável, tendo assim estimativas da economia gerada através deste sistema.

### 2.7.2. Qualidade da água armazenada

Conforme referencia Tomaz (2003), no aproveitamento de água pluvial, os telhados das edificações são utilizados, contudo, deve-se atentar para a possibilidade de contaminação que pode ter. Exemplos de contaminantes são: fezes de pombas, passarinhos, ratos e outros animais, bem como folhas de árvores, poeiras, e em relação aos materiais utilizados em sua confecção, como revestimento do telhado, fibrocimento, tintas, etc. Então, é aconselhável que a água de lavagem dos telhados, isto é, a primeira água seja desprezada e jogada fora.

O tratamento da água pluvial vai depender da qualidade da água coletada e da sua destinação para o uso final. A água para fins não potáveis requer formas simples de tratamento, como usar processos de cloração, sedimentação natural e filtração simples (podem ser necessárias várias filtragens). (MAY & PRADO, 2004 apud MARINOSKI, 2007, p. 22).

Em conformidade com a NBR 15527:2007, os padrões de qualidade de água devem ser definidos pelo projetista, de acordo com a utilização em questão. Para os usos mais restritivos, a norma cita que deve ser utilizado o Quadro 02.

Quadro 02: Parâmetros de qualidade de água de chuva para usos restritivos não potáveis.

Parâmetro	Análise	Valor
Coliformes totais	Semestral	Ausência em 100mL
Coliformes termotolerantes	Semestral	Ausência em 100mL
Cloro residual livre <sup>a</sup>	Mensal	0,5 a 3,0mg/L
Turbidez	Mensal	< 2,0 uT <sup>b</sup> , para usos menos restritivos < 5,0 uT
Cor aparente (caso não seja utilizado nenhum corante, ou antes da sua utilização)	Mensal	< 15 uH <sup>c</sup>
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 utilizados outros processos de desinfecção além do cloro, como aplicação de raio ultravioleta e aplicação de ozônio.		
<sup>a</sup> No caso de serem utilizados compostos para desinfecção		
<sup>b</sup> uT é a unidade de turbidez		
<sup>c</sup> uH é a unidade Hazen		

Fonte: ABNT NBR 15527:2007.



A NBR 15527:2007 ainda especifica as diretrizes para realizar a manutenção do sistema de acordo com o Quadro 03.

Quadro 03: Frequência de manutenção.

Componente	Frequência de manutenção
Dispositivo de descarte de detritos	Inspeção mensal Limpeza trimestral
Dispositivo de descarte do escoamento inicial	Limpeza mensal
Calhas, condutores verticais e horizontais	Semestral
Dispositivos de desinfecção	Mensal
Bombas	Mensal
Reservatórios	Limpeza e desinfecção anual

Fonte: ABNT NBR 15527:2007

## 2.8.Reuso de água

O reuso da água pode ser definido como o processo pelo qual a água, tratada ou não, é reutilizada e aproveitada para o mesmo ou outro fim, em atividades que não necessitem de água de boa qualidade. Pode ocorrer de forma direta ou indireta, decorrente de ações planejadas ou não. (LORENO, 2005). Além disso, como o reuso faz a utilização de águas de qualidade inferior, tem como resultado final a redução do consumo de água potável, contribuindo para a preservação do recurso hídrico. (HENRIQUE, 2005).

Segundo Mancuso e Santos (2013, apud OMS, 1973), pode-se classificar o reuso em direto, indireto e reciclagem interna. Este estudo aborda os conceitos de reuso direto que é “o uso planejado e deliberado de esgotos tratados para certas finalidades como irrigação, uso industrial, recarga de aquífero e água potável” (MANCUSO e SANTOS. 2013. p. 23, apud OMS, 1973).

### 2.8.1. Reuso não potável

De acordo com a NBR 13.969:1997, neste tipo de reuso ocorrem o aproveitamento de águas para fins que exigem qualidade de água não potável, como usos para descargas sanitárias, irrigação de jardins, lavagem de pisos, lavagem de carros, lavagens de área externa, manutenção paisagística dos lagos, na irrigação das plantas e dos campos de futebol, entre outros.

### 2.8.2. Água cinza

Em conformidade com BRASIL et al. (2005), água cinza para reuso são efluentes gerados pelo uso de chuveiros, lavatórios, banheiras, máquinas de lavar roupas, escolas, escritórios comerciais, entre outros. Entretanto, não deve ser considerada a contribuição da bacia e pia de cozinha.

Ainda conforme BRASIL et al. (2005), os critérios principais de um programa de reuso de água cinza são:

- Preservação da saúde dos usuários;
- Preservação do meio ambiente;
- Atendimento às exigências relacionadas às atividades a que se destina;
- Quantidade suficiente ao uso a que será submetida.

Além disso, é possível separar os efluentes de diversos aparelhos sanitários, pois de acordo com a fonte pode variar os componentes presentes na água, para poder definir a finalidade da água a ser reutilizada. Outro fato que deve ser considerado é que a água cinza é passível de ter diversas contaminações, pela variedade do uso dos aparelhos sanitários. Por exemplo, pode ter situações de pessoas fazerem a higienização no banho, depois de ter utilizado a bacia sanitária, ou a presença de urina na água do banho, e até mesmo a lavagem de ferimentos em torneiras. (BRASIL et al., 2005).

### 2.8.3. Padrões de qualidade da água para reuso

Segundo BRASIL et al. (2005), com as especificações exigidas no item anterior, pode-se definir as classes em que as águas de reuso se encontram e os critérios para a qualidade da água em certas atividades já especificadas anteriormente. Como podemos ver a seguir a classe 1 e a classe 3, que são objetos de estudo deste trabalho.

#### A. Água de reuso classe 1:

Os usos preponderantes para as águas desta classe são:

- Descarga de bacia sanitária, lavagem de pisos e fins ornamentais;
- Lavagem de veículos.

Os requisitos mínimos exigidos para a classe 1 são mostrados na Figura 05.

Figura 05: Parâmetros e características para água de reuso classe 1.

Parâmetros	Concentrações
Coliformes fecais <sup>1</sup>	Não detectáveis
pH	Entre 6,0 e 9,0
Cor (UH)	≤ 10 UH
Turbidez (UT)	≤ 2 UT
Odor e aparência	Não desagradáveis
Óleos e graxas (mg/L)	≤ 1 mg/L
DBO <sup>2</sup> (mg/L)	≤ 10 mg/L
Compostos orgânicos voláteis <sup>3</sup>	Ausentes
Nitrato (mg/L)	< 10 mg/L
Nitrogênio amoniacal (mg/L)	≤ 20 mg/L
Nitrito (mg/L)	≤ 1 mg/L
Fósforo total <sup>4</sup> (mg/L)	≤ 0,1 mg/L
Sólido suspenso total (SST) (mg/L)	≤ 5 mg/L
Sólido dissolvido total <sup>5</sup> (SDT) (mg/L)	≤ 500 mg/L

1. Esse parâmetro é prioritário para os usos considerados.

2. O controle da carga orgânica biodegradável evita a proliferação de microrganismos e cheiro desagradável, em função do processo de decomposição, que podem ocorrer em linhas e reservatórios de decomposição.

3. O controle deste composto visa evitar odores desagradáveis, principalmente em aplicações externas em dias quentes.

4. O controle de formas de nitrogênio e fósforo visa evitar a proliferação de algas e filmes biológicos, que podem formar depósitos em tubulações, peças sanitárias, reservatórios, tanques etc.

5. Valor recomendado para lavagem de roupas e veículos.

Fonte: BRASIL et al. (2005, p. 54).

B. A água de reuso classe 2 é associada às fases de construção da edificação, como por exemplo lavagem de agregados, controle de poeira, compactação do solo e preparação de concreto. Por isso, não se encaixam nas utilizações de água da edificação em estudo.

C. Água de reuso classe 3:

Os usos preponderantes para as águas desta classe são:

- Irrigação de áreas verdes;
- Irrigação de jardins.

Os requisitos mínimos exigidos para a classe 3 são mostrados na Figura 06.

Figura 06: Parâmetros e características para água de reuso classe 3.

Parâmetros		Concentrações	
pH		Entre 6,0 e 9,0	
Salinidade		0,7 < EC (dS/m) < 3,0, 450 < SDT (mg/L) < 1500	
Toxicidade por íons específicos	Para irrigação superficial	Sódio (SAR)	Entre 3 e 9
		Cloretos (mg/L)	< 350 mg/L
		Cloro residual (mg/L)	Máxima de 1 mg/L
	Para irrigação com aspersores	Sódio (SAR)	> ou = 3,0
		Cloretos (mg/L)	< 100 mg/L
Boro (mg/L)	Irrigação de culturas alimentícias	0,7 mg/L	
	Regas de jardim e similares	3,0 mg/L	
Nitrogênio total (mg/L)		5 - 30 mg/L	
DBO (mg/L)		< 20 mg/L	
Sólidos suspensos totais (mg/L)		< 20 mg/L	
Turbidez (UT)		< 5 UT	
Cor aparente (UH)		< 30 UH	
Coliformes fecais (mL)		≤ 200/ 100 mL	

Fonte: BRASIL et al. (2005, p. 56).

## 2.9. Exigências mínimas da água não potável

Para Hespanhol (2002), a qualidade da água a ser utilizada e o objetivo específico do reuso é que vai estabelecer os níveis de tratamento que são recomendados e os critérios de segurança que devem ser adotados.

Conforme BRASIL et al. (2005) as exigências mínimas para o uso da água não potável são em função das diferentes atividades a serem realizadas, como:

### A. Água para irrigação, rega de jardim, lavagem de pisos:

- Não deve apresentar mau-cheiro;
- Não deve conter componentes que agridam as plantas;
- Não deve ser abrasiva;
- Não deve manchar superfícies;
- Não deve propiciar infecções ou a contaminação por vírus ou bactérias prejudiciais à saúde humana;

### B. Água para descarga em bacias sanitárias:

- Não deve apresentar mau cheiro;
- Não deve ser abrasiva;

- Não deve manchar as peças;
- Não deve deteriorar os metais sanitários;
- Não deve propiciar infecções ou a contaminação por vírus ou bactérias prejudiciais à saúde humana;

C. Água para lavagem de veículos:

- Não deve apresentar mau cheiro;
- Não deve ser abrasiva;
- Não deve manchar superfícies;
- Não deve conter sais ou substâncias remanescentes após secagem;
- Não deve propiciar infecções ou a contaminação por vírus ou bactérias prejudiciais à saúde humana;

D. Água para uso ornamental:

- Deve ser incolor;
- Não deve ser turva;
- Não deve apresentar mau-cheiro;
- Não deve deteriorar os metais sanitários e equipamentos;
- Não deve propiciar infecções ou a contaminação por vírus ou bactérias prejudiciais à saúde humana.

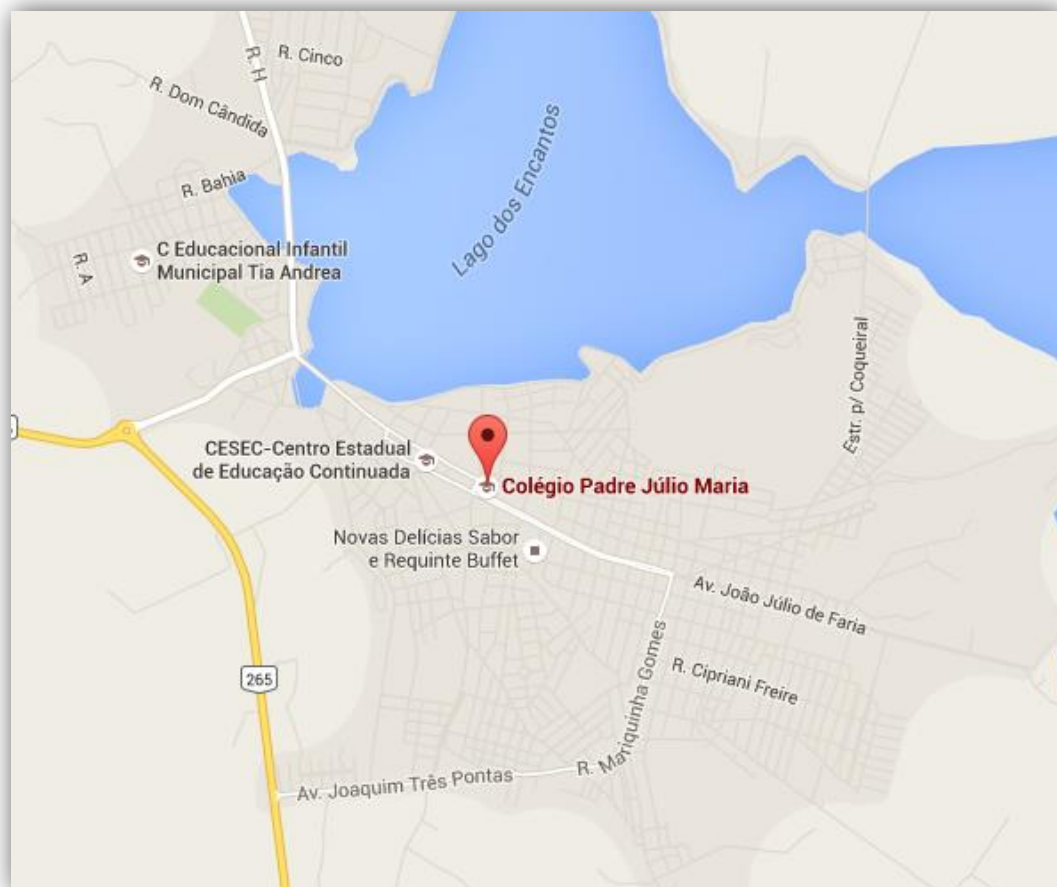
### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1.Contextualização do estudo de caso

Este trabalho apresenta um estudo de caso, que será realizado no Colégio Padre Júlio Maria, uma instituição de ensino localizado na Praça Padre Júlio Maria, S/N – Centro, na cidade de Boa Esperança – MG.

O Colégio Padre Júlio Maria oferece atualmente ensino maternal, fundamental e médio. Atende atualmente a 566 alunos. Conta com 31 funcionários, e 48 professores. A edificação, localizada em um terreno de 7.070 m<sup>2</sup>, possui dois (2) pavimentos, tendo uma área total construída de 3.024 m<sup>2</sup>, onde estão distribuídas salas de coordenação, secretaria, salas de aula, laboratórios, capela, biblioteca, auditórios, parquinho, ginásio e lanchonete, além de guarita de vigilância. A Figura 07 apresenta a localização da escola.

Figura 07: Localização do Colégio Padre Júlio Maria.



Fonte: Google Maps (2016).

Já a Figura 08 apresenta a vista aérea, com a demarcação de toda a área correspondente ao terreno da escola.

Figura 08: Vista aérea do Colégio Padre Júlio Maria.



Fonte: Google Earth (2016).

### 3.2. Levantamento de dados

Para fazer a estimativa dos usos finais de água e a análise de viabilidade econômica da implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial e reuso para o Colégio Padre Júlio Maria, foi necessário realizar levantamentos de dados, através de contas de consumo de água com leituras de hidrômetro, verificação de áreas de captação, dados pluviométricos da região, entrevistas com alunos, professores e funcionários, entre outros.

#### 3.2.1. Dados de consumo de água

O consumo total de água da escola pode ser verificado através da análise das contas de água referenciadas no Anexo A, fornecida pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE), que é responsável pelo abastecimento de água da cidade, verificando o consumo e sua variação nos últimos três meses. A medição nesta edificação é feita por dois medidores, sendo um responsável apenas pelo consumo do ginásio.

### 3.2.2. Consumo por usuário

O método do Indicador de Consumo (IC), que se encontra descrito na revisão bibliográfica no item 2.5, foi utilizado para identificar o consumo individual de cada usuário, para detalhar melhor o consumo de água do colégio.

Oliveira (1999), expressa o indicador de consumo (IC) pela equação 02:

$$IC = \frac{Cm \times 1000}{NA \times Dm} \quad (2)$$

Onde:

IC: indicador de consumo (litros/agente consumidor.dia);

Cm: consumo mensal (m<sup>3</sup>/mês);

NA: número de agentes consumidores;

Dm: quantidade de dias de consumo.

Além disso, Ilha, Pedroso e Ywashima (2008) destaca que, deve-se calcular o consumo médio nos três meses anteriores para determinar o IC médio. Se caso um desses meses seja atípico, como férias ou muitos feriados, este deve ser descartado e o mês imediatamente anterior deve ser utilizado para o cálculo da média dos 3 meses. Posteriormente deve ser calculado o desvio-padrão. Se os valores dos três consumos estiverem na faixa compreendida entre a média  $\pm$  desvio-padrão, este pode ser considerado o consumo médio da escola em análise; caso isso não ocorrer, deve-se calcular a média dos 12 meses anteriores à realização da investigação (retirando-se os meses atípicos) e então este deverá ser o valor do consumo médio da escola a ser considerado.

### 3.2.3. Quantidade de água da chuva descartada pelo telhado.

O levantamento de dados pluviométricos da região de Boa Esperança- MG foi obtido através do site da fundação PROCAFÉ. Com isso, foi possível fazer uma média anual de água de chuva que cai sobre o telhado da edificação da escola, de acordo com dados históricos das precipitações em milímetros de chuva relativos aos últimos cinco (5) anos (2011 a 2015), conforme Figura 09.



Figura 09: Dados pluviométricos.



## ESTAÇÕES DE AVISOS FITOSSANITÁRIOS

### BOLETIM DE AVISOS Nº 173

JANEIRO/2013

<b>VARGINHA</b> Latitude 21° 34' 00"S Longitude 45° 24' 22"W Altitude: 940m	<b>CARMO DE MINAS</b> Latitude 22° 10' 31"S Longitude 45° 09' 03"W Altitude: 1080m	<b>BOA ESPERANÇA</b> Latitude 21° 03' 59"S Longitude 45° 34' 37"W Altitude: 830m	<b>MUZAMBINHO</b> Latitude 21° 20' 47"S Longitude 46° 32' 04"W Altitude: 1033m
--	---	---	---

#### 1 - DADOS CLIMÁTICOS E FENOLÓGICOS DO CAFEEIRO

Local	Temperatura média (°C)		Precipitação (mm)		Balanço Hídrico (mm) T&M <sup>2</sup>			
	74/12 <sup>1</sup>	2013	74/12 <sup>1</sup>	2013	ETP	ARM	EXC	DEF
Varginha	22,4	21,5	278,3	419,2	93,8	97,9	314,7	0,0
Carmo Minas	-	20,3	-	487,0	81,3	100,0	401,0	0,0
Boa Esperança	-	22,4	-	345,0	103,5	97,7	32,6	0,0
Muzambinho	-	21,2	-	244,9	*	*	*	*
<b>Média</b>	-	<b>21,4</b>	-	<b>374,0</b>	<b>92,8</b>	<b>98,5</b>	<b>249,4</b>	<b>0,0</b>

<sup>1</sup> Média histórica do período entre 1974 e 2012 – Varginha; <sup>2</sup> Método Thorthwaite & Mather.

\*Os dados do Balanço Hídrico de Muzambinho não serão publicados até a atualização da nova estação metereológica.

Fonte: Fundação Procafé (2013).

Além disso, foi medida também a área do telhado de toda edificação da escola, através do programa Auto-Cad.

Então, com estes dados é possível obter os valores mensais e anuais dos volumes de água de chuva que é descartado pelo telhado da edificação da escola, utilizando a equação citada na revisão bibliográfica no item 2.7.

#### 3.2.4. Usos finais de água

Para que se tenha uma estimativa do consumo de água por usos finais no prédio, foi necessário coletar dados em relação às características dos aparelhos sanitários, a frequência e o tempo de uso. Então, foi feita uma relação dos tipos de aparelhos sanitários existentes, medições das vazões desses equipamentos e realizadas entrevistas com os usuários. Além

disso, também foram verificadas atividades que são realizadas na escola que utilizam água, sua finalidade e aparelhos que são utilizados. Portanto, é feita a análise da demanda de água em usos com fins não potáveis.

#### 3.2.4.1. Vazões

Utilizou-se do método volumétrico, citado na revisão bibliográfica no item 2.6.1., no qual através de um recipiente com volume conhecido e cronometrando o tempo gasto para enchê-lo com água, foi possível fazer a estimativa da vazão de cada aparelho, como torneiras, bebedouros, chuveiros e mangueira.

Para se ter uma maior precisão, é importante fazer cinco repetições por aparelho, obtendo-se cinco tempos (T1, T2, T3, T4 e T5), e então, determina-se o tempo médio de enchimento do recipiente, de acordo com a equação 03.

$$T_m = \frac{T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5}{5} \quad (3)$$

Onde:

T<sub>m</sub>: tempo médio, em segundos;

T1: tempo gasto para encher o recipiente na primeira medição, em segundos;

T2: tempo gasto para encher o recipiente na segunda medição, em segundos;

T3: tempo gasto para encher o recipiente na terceira medição, em segundos;

T4: tempo gasto para encher o recipiente na quarta medição, em segundos;

T5: tempo gasto para encher o recipiente na quinta medição, em segundos.

Desta forma, a vazão pode ser obtida pela equação 04.

$$Q_m = \frac{V}{T_m} \quad (4)$$

Onde:

Q<sub>m</sub>: vazão média encontrada, em litro por segundo (l/s);

V: volume do recipiente, em litros (L);

T<sub>m</sub>: tempo médio, em segundos.

Lembrando que se procurou abrir os aparelhos sempre com a mesma abertura.

Já para os mictórios e vasos sanitários, que tem válvula de descarga, não foram feitas medições como citado anteriormente, pela falta de equipamentos adequados. Portanto, adotou-se para a descarga dos vasos sanitários a vazão de 1,7 litros/s, e para mictórios 0,15 litros/s, que são valores recomendados por fabricantes e pela norma NBR 5626 (ABNT, 1998).

### 3.2.4.2. Entrevistas com os usuários

As entrevistas foram feitas por questionários aplicados aos funcionários, professores e alunos do Colégio Padre Júlio Maria, com a finalidade de descobrir a frequência e o tempo de uso de água em cada aparelho. O questionário era o mesmo para todas as pessoas, apenas com alguns itens diferenciados, no caso de funcionários caracterizados pelas suas funções específicas, como por exemplo, limpeza. Este questionário utilizado está no Apêndice A.

Seria importante fazer a entrevista com toda a população da escola para se ter um levantamento preciso. Contudo, encontrou-se certa dificuldade para encontrar todos os alunos, funcionários e professores, devido aos diferentes horários que os mesmos se encontravam no colégio. Outro fator é a presença de alunos do ensino maternal e infantil, que não são aptos a responder as perguntas. Então os seus respectivos professores que respondiam por eles. Felizmente a maioria das pessoas colaborou.

Desta maneira, optou-se por fazer a pesquisa por amostragem. Então, calculou-se uma amostra representativa, tendo em consideração um valor de erro amostral. Conforme Barbetta (2003) pode-se determinar uma amostra que represente um determinado número de pessoas, como mostra a equação 05.

$$n \geq \frac{n^\circ \times N}{n^\circ + N} \quad (5)$$

Onde,

$$n^\circ \geq \frac{1}{\varepsilon^\circ^2}$$

N = número total de pessoas;

$\varepsilon^\circ$  = erro amostral desejado (1 a 20%);

n = amostra de pessoas entrevistadas.

### 3.2.5. Estimativa do consumo de água

O processo do cálculo da estimativa do consumo de água foi realizado segundo Marinoski (2007).

O consumo médio diário de água total da escola foi calculado pela soma do consumo de água para aparelhos de uso individual mais o consumo usado na limpeza geral, lanchonete, irrigação de jardins, lavagem de carros e banhos, conforme a equação 06.

$$C_{\text{diário total}} = C_{\text{aparelhos}} + C_{\text{atividades}} \quad (6)$$

Onde:

$C_{\text{diário total}}$  = consumo diário total de água do prédio (litros/dia);

$C_{\text{aparelhos}}$  = consumo total diário de água dos aparelhos usados em aparelhos de usos individuais (litros/dia);

$C_{\text{atividades}}$  = consumo total diário de água utilizada em atividades de uso coletivo (litros/dia).

Sendo que o consumo diário total de água em cada aparelho considerado de uso individual, como torneiras, bebedouros, vasos sanitários, mictórios e tanque de laboratórios, foram estimados em relação à frequência e o tempo de uso, que foi obtido através das entrevistas e o número de pessoas que utilizam cada aparelho, como mostram as equações 07 e 08.

$$C_{\text{médio aparelho}} = \frac{\sum_i^n f_i \times t_i \times Q}{n} \quad (7)$$

Onde:

$C_{\text{médio aparelho}}$  = consumo médio diário de água per capita do aparelho (litros/dia/pessoa);

$f_i$  = frequência diária de uso do aparelho (número de vezes/dia);

$t_i$  = tempo diário de uso do aparelho (segundos/dia);

$Q$  = vazão do aparelho (litros/segundo);

$n$  = amostra de pessoas entrevistadas.

$$C_{\text{aparelho}} = C_{\text{médio aparelho}} \times P \quad (8)$$

Onde:

$C_{\text{aparelho}}$  = Consumo médio diário de água (litros/dia);

$C_{\text{médio aparelho}}$  = consumo médio diário de água per capita no aparelho (litros/dia/pessoa);

$P$  = população total.

Já a estimativa do consumo de água que se refere às atividades de uso coletivo, como limpeza em geral e irrigação, foram feitas a partir de entrevistas com os responsáveis pelas atividades, e não por amostras. Portanto, este consumo já é o total de cada atividade, não sendo necessário multiplicar pelo número de usuários.

No Colégio Padre Júlio Maria as aulas não são ministradas nos finais de semana, sendo assim contabilizado apenas o consumo diário de água de segunda a sexta-feira.

Outro fator a ser considerado são as atividades que não são realizadas diariamente, como por exemplo, a irrigação do campo que é feita semanalmente, a limpeza de vidros que é feita mensalmente. Para estas atividades é utilizada uma frequência fracionada, ou seja, para uma frequência de uma vez por semana, utilizou-se um dia dividido por sete (equivalente a 0,143 vezes/dia). Assim sendo, calcula-se o consumo médio mensal através da equação 09.

$$C_{\text{mensal}} = C_{\text{diário total}} \times d_{\text{úteis}} \quad (9)$$

Onde:

$C_{\text{mensal}}$  = consumo mensal total de água no prédio (litros/mês);

$C_{\text{diário total}}$  = consumo diário total de água no prédio (litros/dia);

$d_{\text{úteis}}$  = número de dias úteis em um mês letivo (dias).

Na maioria dos meses, o número de dias úteis de um mês é 22 dias, o que foi considerado para os cálculos de consumo.

### 3.2.6. Avaliação do potencial de economia de água potável

Com o intuito de se estimar o potencial de economia de água potável, foi verificado o percentual de água potável utilizado em fins não potáveis.

Nesta pesquisa, considerou-se a utilização de água para fins não potáveis em descargas de vaso sanitário, mictórios, lavação de carros, irrigação de jardins, torneiras de tanques usadas para limpeza geral, que inclui lavação de calçadas e limpeza de vidros. Então, com a soma dos percentuais de consumo de água nas atividades consideradas para fins não potáveis é verificado o percentual de água potável que poderia ser economizado, conforme a equação 10 de Marinoski (2007).

$$AP = P_{\text{vaso sanitário}} + P_{\text{mictório}} + P_{\text{lavação carros}} + P_{\text{irrigação}} + P_{\text{limpeza prédio}} \quad (10)$$

Onde:

AP = Percentual de água potável que pode ser economizado (%);

$P_{\text{vaso sanitário}}$  = Percentual de água consumido em vasos sanitários (%);

$P_{\text{mictório}}$  = Percentual de água consumido em mictórios (%);

$P_{\text{lavação carros}}$  = Percentual de água consumido em lavação de carros (%);

$P_{\text{irrigação}}$  = Percentual de água consumido em irrigação de jardins (%).

$P_{\text{limpeza prédio}}$  = Percentual de água consumido em atividades de limpeza do prédio (%);

### 3.2.7. Quantidade de água cinza descartada

Feito os cálculos do consumo de água, basta somar as quantidades de água descartadas pelas torneiras, bebedouros e tanques, que poderão ser utilizadas para reuso.

### 3.2.8. Qualidade da água descartada

O ponto escolhido para a análise da qualidade da água foi o ponto de descarte do bebedouro e da torneira do lavatório, por suas tubulações serem independente dos demais pontos de esgoto. Esse descarte foi colhido em uma caixa de passagem. Para levar esta água para o laboratório do Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE), foi necessário coletar duas (2) amostras; uma contendo um (1) litro e outra contendo cem (100) ml, como foi solicitada. Os materiais usados para coleta foram:

- 1 recipiente de 500 ml, para encher os demais;
- 1 recipiente de 1 litro, fornecido pelo laboratório;
- 1 recipiente de 100 ml, fornecido pelo laboratório.

Conforme mostra a Figura 10.

Figura 10: Coleta de água na caixa de passagem para análise.



Fonte: O autor (2016).

Foram realizados os testes de pH, Cor, Turbidez, cloro residual, coliformes totais e fecais e densidade bacteriana. Então, haverá possibilidade de fazer a análise da qualidade da água através dos parâmetros do BRASIL et al (2005), e assim tomar a decisão se a água poderá ou não ser reutilizada para uso não potável.

### 3.2.9. Volumes totais

São os volumes médios anuais que são descartados pelo edifício sem utilidade alguma, que são compostos pela água cinza e água de chuva.

### 3.3. Componentes principais para captação de água de chuva

Em um sistema de captação de água de chuva, devem existir alguns componentes como: área de captação, calhas e condutores, by pass, filtro volumétrico, reservatório e bomba.

#### 3.3.1. Área de captação

Os telhados de residências, escolas, indústrias e comércios, geralmente são áreas de captação de um sistema de aproveitamento de água pluvial. Para Lima e Machado (2008), esses telhados podem ser telhas cerâmicas, telhas de fibrocimento, telhas de ferro galvanizado, telhas de concreto armado, telhas de zinco, telhas de plásticos, telhado plano revestido com asfalto, entre outros.

#### 3.3.2. Calhas e condutores

Para Tomaz (2003), as calhas e condutores de águas pluviais devem ser metálicos ou de PVC. Em relação à declividade mínima para instalações de calhas, a NBR 10844 – Instalações prediais de águas pluviais (1989) definem de acordo com o seu tipo. Além disso, para o dimensionamento de calhas esta norma estabelece a vazão de projeto, que pode ser obtida através da equação 11.

$$Q = \frac{(I \times A)}{60} \quad (11)$$

Onde,

Q = Vazão de projeto, em L/min;

I = Intensidade pluviométrica, em mm/h;

A = área de contribuição, em m<sup>2</sup>.



A NBR 10844:1989 indica os coeficientes de rugosidade dos materiais que podem ser utilizados para confecção das calhas, conforme a tabela 01.

Tabela 01: Coeficientes de rugosidade.

Material	$n$
plástico, fibrocimento, aço, metais não-ferrosos	0,011
ferro fundido, concreto alisado, alvenaria revestida	0,012
cerâmica, concreto não-alisado	0,013
alvenaria de tijolos não-revestida	0,015

Fonte: ABNT NBR 10844 (1989)

A NBR 10844:1989 ainda fornece diretrizes para se determinar qual o diâmetro e qual a declividade que a calha deverá possuir, como mostra a tabela 02, de capacidade de calhas semicirculares com coeficiente de rugosidade  $n = 0,011$ .

Tabela 02: Capacidades de calhas semicirculares com coeficientes de rugosidade  $n = 0,011$  (Vazão em L/min)

Diâmetro interno (mm)	Declividades		
	0,5%	1%	2%
100	130	183	256
125	236	333	466
150	384	541	757
200	829	1.167	1.634

Fonte: ABNT NBR 10844 (1989)

O cálculo dos coletores verticais deve ser feito utilizando o quadro 04 de Botelho & Ribeiro (1998).

Quadro 04: Determinação do diâmetro para coletores verticais

Diâmetro (mm)	Vazão (L/s)	Área de cobertura (m <sup>2</sup> )
50	0,57	17
75	1,76	53
100	3,78	114
125	7,00	212
150	11,53	348
200	25,18	760

Fonte: Botelho & Ribeiro (1998).

Já para determinação dos coletores horizontais deve-se utilizar o quadro 05, conforme a NBR 10844:1989.

Quadro 05: Capacidade de condutores horizontais de seção circular (vazões em L/min)

Diâmetro interno (D) (mm)	$\underline{n} = 0,011$				$\underline{n} = 0,012$				$\underline{n} = 0,013$				
	0,5 %	1 %	2 %	4 %	0,5 %	1 %	2 %	4 %	0,5 %	1 %	2 %	4 %	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
1	50	32	45	64	90	29	41	59	83	27	38	54	76
2	75	95	133	188	267	87	122	172	245	80	113	159	226
3	100	204	287	405	575	187	264	372	527	173	243	343	486
4	125	370	521	735	1.040	339	478	674	956	313	441	622	882
5	150	602	847	1.190	1.690	552	777	1.100	1.550	509	717	1.010	1.430
6	200	1.300	1.820	2.570	3.650	1.190	1.670	2.360	3.350	1.100	1.540	2.180	3.040
7	250	2.350	3.310	4.660	6.620	2.150	3.030	4.280	6.070	1.990	2.800	3.950	5.600
8	300	3.820	5.380	7.590	10.800	3.500	4.930	6.960	9.870	3.230	4.550	6.420	9.110

Nota: As vazões foram calculadas utilizando-se a fórmula de Manning-Strickler, com a altura de lâmina de água igual a 2-3 D.

Fonte: ABNT NBR 10844 (1989)

### 3.3.3. Reservatórios

Segundo Ferreira (2005), os reservatórios de água de chuva devem garantir um padrão adequado de qualidade e que possa evitar possíveis problemas de contaminação. Estes podem ser constituídos dos mais variados tipos de materiais, variando de acordo com seu uso, necessidade, capacidade volumétrica e custo. Na atualidade, o concreto, a madeira, o aço, a fibra de vidro e o polietileno são os materiais mais utilizados.

A NBR 15527:2007 estabelece seis métodos para o cálculo dos reservatórios, são eles: método de Rippl, método da simulação, método Azevedo Neto, método prático alemão, método prático inglês e método prático australiano.

### 3.3.3.1. Método de Rippl

Segundo a NBR 15527:2007, neste método as séries históricas podem ser séries históricas mensais ou séries históricas diárias.

$$S_{(t)} = D_{(t)} - Q_{(t)}$$

$$Q_{(t)} = C \times \text{precipitação das chuvas}_{(t)} \times \text{área de captação}$$

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

$$\text{Sendo que } \sum D_{(t)} < \sum Q_{(t)}$$

Onde:

$S_{(t)}$  é o volume de água no reservatório no tempo  $t$ ;

$Q_{(t)}$  é o volume de chuva aproveitável no tempo  $t$ ;

$D_{(t)}$  é a demanda ou consumo no tempo  $t$ ;

$V$  é o volume do reservatório;

$C$  é o coeficiente de escoamento superficial.

### 3.3.3.2. Estimativa do volume do reservatório de água de chuva

Conforme Marinoski (2007), um dos elementos mais importantes de um sistema de aproveitamento de água de chuva é o reservatório de acumulação da água pluvial, no qual deve ser dimensionado a partir de fatores de demanda de água pluvial, precipitação pluviométrica, áreas de captação e custos totais de implantação.

Para ser feito o dimensionamento do reservatório de água pluvial segundo o método de Rippl, serão utilizadas as séries históricas médias, conforme a tabela 04 que já foi apresentada anteriormente.

A área de captação a ser utilizada será a área composta pelo telhado da edificação da escola.

Além disso, será utilizado de acordo com Tomaz (2003), o coeficiente de escoamento superficial adotado para telhas cerâmicas é de 0,80.

Então, para se determinar o volume de chuva mensal, utiliza-se a equação 12.

$$Q(t) = C \times \text{precipitação das chuvas (t)} \times \text{área de captação} \quad (12)$$

Já em relação à demanda, adotou-se 80% do consumo mensal que poderia ser utilizado em fins não potáveis.

Por fim, com a diferença entre os volumes da demanda e os e chuva é então calculado o volume do reservatório.

É importante ressaltar que todo este processo de cálculo foi feito para se determinar o volume do reservatório inferior, ou seja, a cisterna. Além disso, ainda se faz necessário o cálculo dos volumes dos reservatórios superiores.

#### 3.3.3.3. Descrição e localização do reservatório

Será descrito o local de implantação do reservatório, assim como suas características e dimensões.

### **3.4. Componentes principais para o sistema de reuso**

No sistema de reuso, considerou-se que a água servida em torneiras do lavatório, bebedouro e torneiras do tanque, poderiam ser reutilizadas nos mictórios e vaso sanitário. Neste sistema, será necessário fazer um simples tratamento da água servida, no qual poderá ser feito no reservatório inferior. Além disso, devido à localização do reservatório inferior, será necessário o uso de bomba, no caso, será utilizada a fotovoltaica, para jogar a água para o reservatório superior.

#### 3.4.1. Estimativa do volume do reservatório de água de reuso

Para definir o volume do reservatório inferior de água de reuso, é ideal que se consiga armazenar todo o volume de água passível de ser reutilizada. Então, toma-se como fator determinante neste dimensionamento a quantidade de água consumida diariamente nos usos das torneiras do lavatório, bebedouro e torneiras do tanque. Como a soma destes consumos é

inferior que a água utilizada no vaso sanitário, a definição do volume do reservatório leva em consideração o consumo referente à soma desses usos.

Além disso, o dimensionamento do reservatório superior segue exatamente o mesmo procedimento do reservatório inferior. Portanto, ambos possuirão o mesmo volume.

### **3.5. Componentes principais para o sistema misto**

#### **3.5.1. Estimativa do volume do reservatório considerando utilização simultânea dos dois sistemas**

Neste caso de utilização simultânea dos dois sistemas, o processo de dimensionamento deve seguir uma ordem prioritária de consumo de água. Com isso, para este estudo, definiu-se que a primeira água a ser utilizada seria a proveniente do reuso. Depois, seria feito o uso da água pluvial. Estabelecida esta ordem de consumo de água, é necessário subtrair a quantidade de água que está sendo armazenada para reuso da quantidade de água tratada que pode ser substituída pelo uso de água pluvial. Então, os reservatórios de água de chuva terão um novo dimensionamento. Já os reservatórios de reuso não sofrerão alteração nos seus volumes.

O dimensionamento dos volumes dos reservatórios de água de chuva segue os mesmos procedimentos citados anteriormente, mas considerando o novo volume de água pluvial a ser utilizado em substituição à água tratada.

### **3.6. Análise econômica**

Após ter feito todo o estudo do potencial de economia de água potável que poderia ser obtido, verificou-se a importância de se fazer uma análise dos custos de implantação destes sistemas, fazendo assim um estudo de viabilidade econômica.

Então, realizou-se um levantamento de custos dos materiais que seriam utilizados e de mão-de-obra. O levantamento de preços dos materiais foi feito através da média dos valores orçados em três lojas da cidade. Já o preço de mão-de-obra foi realizado com uma empreiteira especializada em execução de projetos hidro-sanitários.

Vale ressaltar que o consumo de energia gasto com as moto-bombas não foi considerado, devido que são bombas fotovoltaicas.

Através disso, determinou-se o custo de implantação de um sistema de aproveitamento de águas pluviais, o custo de implantação de um sistema de reuso e o custo se a opção fosse a

de se utilizar o sistema misto. Vale observar que se pretende implantar o sistema mais viável na escola. A segunda etapa da análise econômica é determinar qual seria o período de retorno dos investimentos realizados, através da equação 13, segundo Sella (2011):

$$n = \frac{P}{U} \quad (13)$$

Onde:

n = o número de anos;

P = valor do investimento;

U = Valor da conta de água, subtraindo o valor que será economizado com a utilização do sistema.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Contextualização do estudo de caso

Com este estudo, foi realizada uma verificação do potencial de economia de água potável que poderia ser gerada. Foi feito um levantamento de usos finais de água na edificação da escola, estimando o volume de água capaz de suprir os consumos de água para usos não potáveis (descarga de vaso sanitário e mictório, lavação de carros, lavação de calçadas e pisos, irrigação de jardins e campos de futebol e limpeza geral). Esta seção segue essencialmente a mesma sequência de itens apresentados na metodologia.

### 4.2. Levantamento de dados

Foram realizados diversos levantamentos de dados, através de contas de consumo de água com leituras de hidrômetro, medições de vazões, precipitações pluviométricas, verificação de áreas de captação, entrevistas com alunos, professores e funcionários, entre outros. Os levantamentos foram realizados no período de fevereiro a maio de 2016. A seguir serão apresentados os resultados obtidos na coleta de dados.

#### 4.2.1. Dados de consumo de água

Foram coletados os consumos mensais de água medidos nas faturas do SAAE, dos três últimos meses, para melhor análise dos resultados requeridos nesse trabalho, como mostra a Tabela 03.

Tabela 03: Dados obtidos pela conta de água da escola.

Mês	Dias úteis de consumo	Consumo (m <sup>3</sup> )	Consumo (litros)	Média de consumo por dia (litros)	Por dia de consumo	
					Desvio padrão (litros)	Variação de consumo (%)
Março	22	112	112000	5090,9		
Abril	22	111	111000	5045,5	45,45	0,89
Maio	22	113	113000	5136,4		
Média	22,0	112	112000	5090,9		

Fonte: O autor (2016).

Analisando a tabela, verifica-se que a média do consumo de água nestes três meses é 112.000 litros, e que a variação é muito pequena.

De posse da média de consumo de água mensal dos três meses, calculou-se o consumo médio diário, dividindo este consumo médio mensal por 22 dias úteis. Então, o valor de consumo médio diário com base nos consumos medidos pelo SAAE, foi de 5.090,9 litros/dia.

#### 4.2.2. Consumo por usuário

O consumo por usuário que é calculado pelo método do Indicador de Consumo (IC), teve como resultado, de acordo com a equação 02.

$$IC = \frac{Cm \times 1000}{NA \times Dm} \rightarrow \frac{112 \times 1000}{645 \times 22}$$

$$IC = 7,9 \text{ litros/agente consumidor. dia}$$

Os valores de Cm e Dm utilizados para o cálculo são referentes à média da tabela 01. Já o NA refere-se à somatória da população da escola (alunos, professores e funcionários).

Pode-se notar que o resultado encontrado pelo Indicador de Consumo (IC) é baixo. Lembrando que cada aluno fica na escola apenas parte do dia, justificando o baixo consumo por pessoa. Fazendo a comparação com o Quadro 01 que se encontra na revisão bibliográfica no item 2.3, percebemos que este IC se encontra dentro das faixas dos seguintes autores: Barreto e Chicchi (2001); Sabesp (2003); e Werneck (2006). Entretanto, não podemos satisfazer com esse resultado, já que é possível melhorar, empregando maneiras e métodos para reduzir o consumo, sem afetar a qualidade de vida.

#### 4.2.3. Quantidade de água da chuva descartada pelo telhado.

Pela planta arquitetônica da edificação foi calculada a área total (AT) de telhado que inclui o primeiro prédio com 452 m<sup>2</sup>, o segundo prédio com 444 m<sup>2</sup> e o ginásio com 1591 m<sup>2</sup>. Já a média do índice pluviométrico (MIP) foi calculada através da média das precipitações dos últimos cinco (5) anos da região de Boa Esperança - MG, disponíveis no site da fundação Procafé, de acordo com a Tabela 04.



Tabela 04: Precipitações mensais dos últimos cinco (5) anos e médias (mensal e anual)(mm).

Meses	Anos					Média mensal
	2011	2012	2013	2014	2015	
Janeiro	278,0	335,3	345,0	46,4	121,3	225,2
Fevereiro	60,4	122,2	142,8	38,0	89,2	90,5
Março	302,6	146,2	141,4	110,2	211,0	182,3
Abril	52,8	53,4	75,8	163,2	22,6	73,6
Mai	19,6	54,6	59,4	8,3	63,9	41,2
Junho	26,2	105,6	29,6	7,3	19,0	37,5
Julho	1,8	20,4	27,0	39,3	6,0	18,9
Agosto	7,4	0,2	2,6	0,0	2,0	2,4
Setembro	0,8	42,8	66,2	37,8	132,0	55,9
Outubro	127,0	31,6	85,6	39,8	10,6	58,9
Novembro	119,8	171,0	143,2	180,0	311,0	185,0
Dezembro	426,2	59,0	142,6	148,0	174,7	190,1
Média anual	1161,5					

Fonte: O autor (2016).

Através da equação 01 foi calculado o volume médio anual de água de chuva que é captado pelo telhado e descartado nas galerias de águas pluviais, que teve como resultado:

$$LT = AT \times MIP$$

$$LT = 2487 \times 1161,5$$

$$LT = 2.888.650,5 \text{ litros}$$

$$LT = 2.888,65 \text{ m}^3$$

#### 4.2.4. Usos finais de água

Através de visitas no local de estudo, foi feito o levantamento das atividades realizadas na escola que consomem água, bem como os tipos de aparelhos sanitários existentes e suas características. Com isso, constatou-se que as torneiras dos banheiros femininos e masculinos são de acionamento automático. Todos os vasos sanitários possuem válvula de descarga. Nos banheiros masculinos existem mictórios, que possuem válvula de descarga de acionamento. Em um dos banheiros existe um chuveiro que raramente é utilizado. Existem tanques nos banheiros femininos e masculinos, no corredor e também na cozinha. As torneiras dos tanques são utilizadas pelas funcionárias para a limpeza do prédio. Há também tanque no laboratório. A torneira de pia da cozinha é utilizada para lavagem de louças. Existem quatro bebedouros elétricos, três no pavimento térreo e um no pavimento superior. As torneiras externas são utilizadas através de uma mangueira, para lavação de calçadas e pátios, lavação do automóvel

da escola, e irrigação de plantas, jardins, gramado e campo de futebol. As fotos de alguns aparelhos sanitários existentes no prédio do Colégio Padre Júlio Maria e também de alguns locais onde ocorrem atividades que utilizam água, estão apresentadas na Figura 11 e também no Apêndice B.

Figura 11: Aparelhos sanitários existentes na escola.



Fonte: O autor (2016).

#### 4.2.4.1. Vazões

Os valores das medições de vazões dos aparelhos sanitários existentes encontram-se na Tabela 05.

Tabela 05: Vazão dos aparelhos sanitários existentes.

<b>Aparelho Sanitário</b>	<b>Vazão (l/s)</b>
Torneiras de lavatório	0,08
Torneiras de tanque	0,15
Torneira de pia	0,17
Chuveiro	0,07
Bebedouros elétricos	0,03
Vasos sanitários (válvula de descarga)	1,7
Mictórios (válvula de descarga)	0,15
Mangueira	0,12

Fonte: O autor (2016).

#### 4.2.4.2. Entrevistas com os usuários

Diante de uma população total de 645 pessoas que ocupam o Colégio Padre Júlio Maria, optou-se por realizar uma pesquisa por amostragem, pois seria inviável entrevistar toda a população. Então, foi calculada uma amostra que seria representativa, levando em consideração um erro amostral de 10%. Com base nos dados de população obtidos, e aplicação da Equação 05, obteve-se o tamanho desejado de amostra a ser entrevistada, totalizando 87 pessoas.

$$n \geq \frac{n^\circ \times N}{n^\circ + N}$$

$$n \geq \frac{100 \times 645}{100 + 645}$$

$$n \geq 87 \text{ pessoas}$$

No entanto, a pesquisa foi tão satisfatória que 200 pessoas foram entrevistadas, contribuindo para este estudo.

#### 4.2.5. Estimativa do consumo de água

O consumo diário total de água em cada aparelho considerado de uso individual está apresentado na tabela 06.

Tabela 06: Valores de consumo diário total de água por aparelho de uso individual.

<b>Aparelho</b>	<b>Frequência (vezes/dia)</b>	<b>Vazão (l/s)</b>	<b>Tempo (segundos /vez)</b>	<b>Consumo (litros/dia/pessoa)</b>
Torneira	1,3	0,08	6	0,62
Bebedouro	1,4	0,03	4	0,17
Vaso Sanitário	1,2	1,7	3	6,12
Mictório	0,6	0,15	3	0,27
<b>Consumo Médio Diário Total</b>				<b>7,18</b>

Fonte: O autor (2016).

Além disso, o consumo de água no que se refere às atividades de uso coletivo está na tabela 07.

Tabela 07: Valores de consumo diário total de água por aparelho de uso coletivo.

<b>Aparelho</b>	<b>Frequência (vezes/dia)</b>	<b>Vazão (l/s)</b>	<b>Tempo (segundos/vez)</b>	<b>Consumo (litros/dia)</b>
Torneiras de tanque	5	0,15	60	45
Torneira de pia	3	0,17	900	459
Chuveiro	0,09	0,07	300	1,89
Irrigação de jardins	0,13	0,12	1200	18,72
Lavação de calçadas	0,03	0,12	1200	4,32
Lavação de carros	0,05	0,12	1800	10,8
Limpeza	1	0,12	3600	432
<b>Consumo Médio Diário Total</b>				<b>971,73</b>

Fonte: O autor (2016).

Então, o consumo médio diário de água total da escola considerando uma população de 645 pessoas é:

$$C_{\text{diário total}} = C_{\text{aparelhos}} + C_{\text{atividades}}$$

$$C_{\text{diário total}} = 7,18 * 645 + 971,73$$

$$C_{\text{diário total}} = 5.602,83 \text{ litros/dia}$$

Além disso, o consumo médio mensal é:

$$C_{\text{mensal}} = C_{\text{diário total}} \times d_{\text{úteis}}$$

$$C_{\text{mensal}} = 5.602,83 \times 22$$

$$C_{\text{mensal}} = 123.262,26 \text{ litros/mês}$$

O consumo estimado foi comparado ao consumo medido pelo SAAE, conforme apresentado na Tabela 08 que mostra um comparativo, bem como a diferença entre os mesmos.

Tabela 08: Consumo total diário e total mensal de água estimado e real.

<b>Consumo</b>	<b>Consumo Diário (L/dia)</b>	<b>Consumo Mensal (L/mês)</b>
Estimado	5.602,83	123262,26
Real	5090,9	112000
Diferença		10,05%

Fonte: O autor (2016).

#### 4.2.6. Avaliação do potencial de economia de água potável

O percentual de água potável utilizado em fins não potáveis é mostrado na Tabela 09.

Tabela 09: Percentual de água não potável.

<b>Consumo</b>	<b>Consumo Diário (L/dia)</b>	<b>Consumo Mensal (L/mês)</b>
Torneira	399,9	8797,8
Bebedouro	109,65	2412,3
Vaso Sanitário*	3947,4	86842,8
Mictório*	174,15	3831,3
Torneiras de tanque	45	990
Torneira de pia	459	10098
Chuveiro	1,89	41,58
Irrigação de jardins*	18,72	411,84
Lavação de calçadas*	4,32	95,04
Lavação de carros*	10,8	237,6
Limpeza*	432	9504
Total	5602,83	123262,26
* Total não potável	4587,39	100922,58
Percentual do total não potável (%)		81,88

Fonte: O autor (2016).

#### 4.2.7. Quantidade de água cinza descartada

A quantidade de água cinza descartada se encontra especificada na Tabela 10.

Tabela 10: Quantidade de água cinza descartada.

<b>Aparelho</b>	<b>Volume Diário (L/dia)</b>	<b>Volume Mensal (L/mês)</b>
Torneira	399,9	8797,8
Bebedouro	109,65	2412,3
Torneiras de tanque	45	990
Total	554,55	12200,1

Fonte: O autor (2016).

#### 4.2.8. Qualidade da água descartada

Os parâmetros de qualidade da água cinza descartada pelo edifício da escola estão apresentados no laudo do laboratório do Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE) que está no Apêndice C. Por se tratar de uma análise de água para reuso e considerando os parâmetros exigidos por BRASIL et al (2005), pode-se considerar que a água poderá ser utilizada para fins não potáveis. Isso porque analisando os parâmetros de PH, cor, turbidez, cloro residual e presença de coliformes fecais (*Escherichia coli*), os valores se enquadram nos especificados.

#### 4.2.9. Volumes totais

De acordo com os cálculos, seguem na tabela 11 os volumes médios anuais que são descartados pelo edifício sem utilidade alguma.

Tabela 11: Média do volume de descarte anual em litros.

<b>Água de chuva</b>	2888650,5
<b>Água cinza</b>	146401,2

Fonte: O autor (2016).

No propósito de viabilidade de economia de água potável, verificou-se um percentual de 81,88% dos usos finais que poderiam ser utilizados em fins não potáveis. Portanto, pode-se afirmar que a disponibilidade é compatível com a demanda, tendo um volume de 4.168,43 litros/dia de água potável que poderia ser substituído por água pluvial e/ou reuso de águas cinzas, contribuindo para a economia deste recurso tão importante para a vida do planeta.

### 4.3. Componentes principais para captação de água de chuva

De acordo com a NBR 10844, foi dimensionado o sistema de captação da água de chuva. As tabelas 12, 13 e 14, mostram os resultados obtidos através dos cálculos e medidas necessárias para o dimensionamento do determinado sistema. O dimensionamento da calha é feito conforme tabela 12.

Tabela 12: Dimensionamento das calhas

Calhas	Intensidade da chuva (i=mm/h)	Área de contribuição (A=m <sup>2</sup> )	Vazão (Q= l/min)	Diâmetro (Ø=mm)	Declividades
C1	137	226	516,03	150	1%
C2	137	226	516,03	150	1%
C3	137	222	506,90	150	1%
C4	137	222	506,90	150	1%
C5	137	397,75	908,20	200	1%
C6	137	397,75	908,20	200	1%
C7	137	397,75	908,20	200	1%
C8	137	397,75	908,20	200	1%

Fonte: O autor (2016).

As calhas C1 e C2 correspondem ao primeiro prédio, às calhas C3 e C4 ao segundo prédio e as calhas C5, C6, C7 e C8 ao ginásio.

A intensidade da chuva foi obtida através da norma, no qual é estipulada uma intensidade pluviométrica por determinada região, que neste caso foi usado o dado de Caxambu – MG.

A área de contribuição foi estabelecida através das áreas de cobertura do edifício, identificadas na planta arquitetônica. Para o primeiro prédio, a área de cobertura foi dividida por dois, pelo fato de possuir duas calhas, uma em cada extremidade de acordo com a declividade do telhado. Já para o segundo prédio, esta área também foi dividida por dois, porém possui duas calhas centrais. E o ginásio, esta área foi dividida por quatro, por possuir quatro calhas, duas em cada extremidade de acordo com a declividade do telhado.

Então, através da equação 11 citada anteriormente, foi calculado a vazão em l/min, e através da tabela da norma determinou-se o diâmetro necessário para atender a determinada vazão e a respectiva declividade. Logo, com a vazão determinada e calha dimensionada, calcula-se os condutores verticais conforme tabela 13.

Tabela 13: Dimensionamento dos condutores verticais

Condutore s verticais	Vazão (Q= l/min)	Altura da lâmina de água na calha (H=mm)	Comprimento do condutor vertical (m)	Diâmetro (Ø=mm)
CV1	516,03	70	6	150
CV2	516,03	70	6	150
CV3	506,90	70	6	150
CV4	506,90	70	6	150
CV5	908,20	70	8	200
CV6	908,20	70	8	200
CV7	908,20	70	8	200
CV8	908,20	70	8	200

Fonte: O autor (2016).

Para o cálculo dos diâmetros dos condutores verticais são utilizados ábacos que determinam através da altura da lamina de água na calha ou comprimento do condutor vertical e também pela vazão. Obtêm-se então o diâmetro necessário para conduzir o determinado volume de água. Logo se determina os condutores horizontais, conforme tabela 14.

Tabela 14: Dimensionamento dos condutores horizontais

<b>Condutores horizontais</b>	<b>Vazão (Q= l/min)</b>	<b>Coefficiente de rugosidade (n)</b>	<b>Declividade (%)</b>	<b>Diâmetro (Ø=mm)</b>
CH1	516,03	0,011	0,5	150
CH2	516,03	0,011	0,5	150
CH3	1032,06	0,011	0,5	200
CH4	506,9	0,011	0,5	150
CH5	506,9	0,011	0,5	150
CH6	1013,8	0,011	0,5	200
CH7	908,2	0,011	0,5	200
CH8	908,2	0,011	0,5	200
CH9	1816,4	0,011	1	200
CH10	908,2	0,011	0,5	200
CH11	908,2	0,011	0,5	200
CH12	1816,4	0,011	1	200
CH13	3632,8	0,011	0,5	300

Fonte: O autor (2016).

Já para determinação dos coletores horizontais deve-se utilizar o quadro 05, conforme a NBR 10844:1989, no qual, tem-se o diâmetro necessário através da vazão, declividade e coeficiente de rugosidade.

Todo o sistema atende à norma NBR 10.844. Os condutores horizontais serão ligados no reservatório inferior de água pluvial. Além disso, haverá uma bomba fotovoltaica que jogará para um reservatório superior de água pluvial. Por último, este faz a distribuição para os pontos de água não potáveis, como por exemplo, bacias sanitárias, mictórios e torneiras de jardim.

#### 4.3.1. Reservatórios

No funcionamento do sistema de captação de água de chuva, devem-se levar em consideração as perdas que ocorrem, para calcular o volume de aproveitamento da água pluvial. Então, essas perdas são estimadas através de um coeficiente de escoamento superficial, que segundo Tomaz (2003) deve ser igual a 0,80 (perdas iguais a 20%), o qual será adotado para esse determinado sistema.



A área de captação a ser utilizada será a área composta pelo telhado da edificação da escola que compreende em 2.487 m<sup>2</sup>.

Em relação à demanda, foi adotado 89 m<sup>3</sup> que corresponde a 80% do consumo mensal que é de 112 m<sup>3</sup> que poderia ser utilizado em fins não potáveis.

De acordo com o Método de Rippl, foi feito o cálculo do reservatório inferior de água pluvial. Foram feitas três análises para por fim chegar a uma melhor solução. O quadro 06 mostra a primeira análise no qual o dimensionamento do reservatório considera todos os meses do ano.

Quadro 06: Estimativa do volume do reservatório de água pluvial considerando todos os meses do ano

Meses	Chuva média mensal (mm)	Demanda mensal (m <sup>3</sup> )	Área de captação (m <sup>2</sup> )	Volume de chuva mensal (m <sup>3</sup> )	Diferença entre os Volumes da Demanda e de Chuva (m <sup>3</sup> )	
Janeiro	225,2	89	2487	448,05792	-359,05792	
Fevereiro	90,52	89	2487	180,098592	-91,098592	
Março	182,28	89	2487	362,664288	-273,664288	
Abril	73,56	89	2487	146,354976	-57,354976	
Maio	41,16	89	2487	81,891936	7,108064	Total Reservatório (m <sup>3</sup> )  156,96
Junho	37,54	89	2487	74,689584	14,310416	
Julho	18,9	89	2487	37,60344	51,39656	
Agosto	2,44	89	2487	4,854624	84,145376	
Setembro	55,92	89	2487	111,258432	-22,258432	
Outubro	58,92	89	2487	117,227232	-28,227232	
Novembro	185	89	2487	368,076	-279,076	
Dezembro	190,1	89	2487	378,22296	-289,22296	

Fonte: O autor (2016).

O dimensionamento desse reservatório é muito elevado, com a capacidade de aproximadamente 157.000 litros, portanto sendo desconsiderado por ser inviável tanto financeiramente, tanto pela área de instalação. O quadro 07 demonstra a segunda análise, onde o dimensionamento desconsidera o mês de julho, que é um mês que acontece às férias escolares.

Quadro 07: Estimativa do volume do reservatório de água pluvial desconsiderando o mês de julho

Meses	Chuva média mensal (mm)	Demanda mensal (m³)	Área de captação (m²)	Volume de chuva mensal (m³)	Diferença entre os Volumes da Demanda e de Chuva (m³)	
Janeiro	225,2	89	2487	448,05792	-359,05792	
Fevereiro	90,52	89	2487	180,098592	-91,098592	
Março	182,28	89	2487	362,664288	-273,664288	
Abril	73,56	89	2487	146,354976	-57,354976	Total Reservatório (m³)
Maio	41,16	89	2487	81,891936	7,108064	105,56
Junho	37,54	89	2487	74,689584	14,310416	
Julho	18,9	89	2487	37,60344	51,39656	
Agosto	2,44	89	2487	4,854624	84,145376	
Setembro	55,92	89	2487	111,258432	-22,258432	
Outubro	58,92	89	2487	117,227232	-28,227232	
Novembro	185	89	2487	368,076	-279,076	
Dezembro	190,1	89	2487	378,22296	-289,22296	

Fonte: O autor (2016).

Mesmo desconsiderando o mês de julho que é férias escolares, percebeu-se ainda um elevado reservatório. Isso pode ser explicado pela interferência do mês de agosto, que de acordo com as séries históricas de chuva é um mês crítico de seca. Então, é proposta a terceira análise que desconsidera o mês de julho (férias escolares) e agosto (seca), como mostra o quadro 08.

Quadro 08: Estimativa do volume do reservatório de água pluvial desconsiderando o mês de julho (férias escolares) e agosto (seca)

Meses	Chuva média mensal (mm)	Demanda mensal (m³)	Área de captação (m²)	Volume de chuva mensal (m³)	Diferença entre os Volumes da Demanda e de Chuva (m³)	
Janeiro	225,2	89	2487	448,05792	-359,05792	
Fevereiro	90,52	89	2487	180,098592	-91,098592	
Março	182,28	89	2487	362,664288	-273,664288	
Abril	73,56	89	2487	146,354976	-57,354976	Total Reservatório (m³)
Maio	41,16	89	2487	81,891936	7,108064	21,42
Junho	37,54	89	2487	74,689584	14,310416	
Julho	18,9	89	2487	37,60344	51,39656	
Agosto	2,44	89	2487	4,854624	84,145376	
Setembro	55,92	89	2487	111,258432	-22,258432	
Outubro	58,92	89	2487	117,227232	-28,227232	
Novembro	185	89	2487	368,076	-279,076	
Dezembro	190,1	89	2487	378,22296	-289,22296	

Fonte: O autor (2016).

Com esta análise, desconsiderando o mês de julho e agosto, determinou-se o reservatório ideal para o estudo em questão. Adotando-se uma medida comercial, foi definido

um reservatório com a capacidade de 20.000 litros de água. Logo, a escola fará o uso do sistema de captação de água pluvial durante o ano, exceto nos meses de julho e agosto. Com este estudo, verificou-se da importância da escola realizar campanhas de conscientização para o mês de agosto para reduzir a demanda de água neste mês que é tão crítico de chuvas na região.

#### 4.3.1.1. Descrição e localização do reservatório

Os reservatórios serão construídos numa área livre, conforme especificado nos croquis que estão no apêndice D.

### 4.4. Componentes principais para o sistema de reuso

#### 4.4.1. Estimativa do volume do reservatório de água de reuso

O cálculo do volume do reservatório inferior e superior de água de reuso foi realizado de forma a armazenar todo o volume de água passível de ser reutilizada das torneiras do lavatório, bebedouro e torneiras do tanque, como mostra a tabela 15.

Tabela 15: Volume diário dos aparelhos de reuso

<b>Aparelho</b>	<b>Volume Diário (L/dia)</b>
Torneira	399,9
Bebedouro	109,65
Torneiras de tanque	45
<b>Total</b>	<b>554,55</b>

Fonte: O autor (2016).

Como o volume diário total foi de 554,55 litros por dia, adotou-se um reservatório comercial com a capacidade de 1.000 litros para ambos os reservatórios.

Através da NBR 8160, determinou-se o coletor que conduzirá a água cinza da saída dos aparelhos até o reservatório inferior, onde terá um tratamento para desinfecção através de cloração. Com a somatória de Unidades de Hunter dos aparelhos mais a inclinação é determinado o diâmetro do tubo a ser instalado, conforme especificado na tabela 16.

Tabela 16: Diâmetro do coletor de água cinza

<b>Aparelhos</b>	<b>Σ Unidades Hunter (UHC)</b>	<b>Inclinação (%)</b>	<b>Diâmetro (Ø=mm)</b>
Torneira	2	0,5	50
Bebedouro	0,5	0,5	50
Torneiras de tanque	3	0,5	50
<b>Total</b>	<b>5,5</b>		

Fonte: O autor (2016).

Porém temos que considerar que somente o sistema de reuso não é suficiente para atender a demanda não potável da escola, e, portanto será analisado no próximo item o sistema misto, que engloba o reuso e o aproveitamento de água pluvial em conjunto.

#### **4.5.Componentes principais para o sistema misto**

##### 4.5.1.Estimativa do volume do reservatório considerando utilização simultânea dos dois sistemas

Fazendo o uso do sistema misto, verifica-se que apenas o reservatório de água de chuva terá alterações no seu volume, conforme discussão já realizada no item 3.5.1. Diante disso, o processo de dimensionamento resume-se a alterar a demanda mensal de água pluvial. Com isso, como já calculado no item 4.2.7, a quantidade de água cinza passível de ser reutilizada atinge um volume total mensal de 12 m<sup>3</sup> por mês. Subtraindo este valor da demanda mensal de água pluvial que era de 89 m<sup>3</sup>, obtemos uma nova demanda de 77 m<sup>3</sup>. O quadro 09 especifica o dimensionamento do reservatório inferior de água pluvial, de acordo com o método de Rippl, considerando este sistema misto.

Quadro 09: Estimativa do volume do reservatório do sistema misto desconsiderando o mês de julho (férias escolares) e agosto (seca)

Meses	Chuva média mensal (mm)	Demanda mensal (m³)	Área de captação (m²)	Volume de chuva mensal (m³)	Diferença entre os Volumes da Demanda e de Chuva (m³)	
Janeiro	225,2	77	2487	448,05792	-371,05792	
Fevereiro	90,52	77	2487	180,09859	-103,098592	
Março	182,28	77	2487	362,66429	-285,664288	
Abril	73,56	77	2487	146,35498	-69,354976	
Mai	41,16	77	2487	81,891936	-4,891936	Total Reservatório (m³)
Junho	37,54	77	2487	74,689584	2,310416	2,31
Julho	18,9	77	2487	37,60344	39,39656	
Agosto	2,44	77	2487	4,854624	72,145376	
Setembro	55,92	77	2487	111,25843	-34,258432	
Outubro	58,92	77	2487	117,22723	-40,227232	
Novembro	185	77	2487	368,076	-291,076	
Dezembro	190,1	77	2487	378,22296	-301,22296	

Fonte: O autor (2016).

Nota-se que foi seguido à mesma linha de raciocínio da água pluvial, e, portanto desconsiderando os meses de julho e agosto. Chega-se então ao novo dimensionamento do reservatório inferior de água pluvial, adotando como medida comercial um volume de 3.000 litros. Diante disso, a tabela 17 apresenta um resumo dos reservatórios.

Tabela 17: Capacidade dos reservatórios do sistema misto

	Reservatório	Capacidade (litros)
Água pluvial	Inferior	3.000
	Superior	1.000
Reuso	Inferior	1.000
	Superior	1.000

Fonte: O autor (2016).

#### 4.6. Análise econômica

De acordo com Ferreira (2005), o estudo de viabilidade econômica é importante para complementar o estudo realizado sobre potencial de economia de água tratada. O intuito desta análise é realizar o levantamento de custos de materiais e mão de obra, obtendo o valor de implantação de cada sistema. Considerando-se que seja implantado um dos sistemas, verificou-se que as conexões e tubulações fazem parte de uma instalação hidro-sanitária

comum. Somente é necessário acrescentar um mecanismo que ofereça prioridade ao sistema de reuso ou da água pluvial, garantindo, então, que o uso de água potável só seja feito quando o reservatório de cada um destes sistemas estiver esgotado. No caso da utilização do sistema misto, a ordem prioritária de consumo de água deve ser primeiramente da água de reuso, depois da água de chuva e por fim da água tratada.

Com isso, para se estimar os gastos com conexões, tubulações e filtros, adotou-se o orçamento que está detalhado no apêndice E, de acordo com o esboço do projeto da escola.

Os reservatórios e bombas são elementos que merecem mais atenção nessa questão de custos. Lembrando que os gastos com energia foram desconsiderados, pelo fato da opção por utilizar a bomba fotovoltaica, que não consome energia elétrica. Além disso, foi adotado reservatórios de polietileno, exceto o reservatório de água pluvial que foi de fibra de vidro. E por fim, para estabelecer a mão-de-obra, fez-se uma pesquisa com uma empreiteira especializada em execução de projetos hidro-sanitários, obtendo um valor de R\$ 150,00/dia. O tempo varia dependendo do sistema para executar os serviços. Vale ressaltar que a instalação de reservatórios no topo de edificações gera um grande acréscimo de cargas na estrutura. Porém, não é foco do trabalho cálculos estruturais para analisar se a estrutura suporta o peso dos reservatórios. Logo, são apresentados os valores médios do custo de implantação de cada sistema. A tabela 18 mostra o custo do sistema de aproveitamento de água pluvial.

Tabela 18: Resumo dos custos de implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial

<b>Sistema de Água Pluvial</b>				
<b>Material</b>	<b>Custo (R\$)</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Total (R\$)</b>	
Bomba Fotovoltaica	R\$ 2.314,00	1 unid	R\$	2.314,00
Reservatório inferior de 20.000 litros	R\$ 5.989,00	1 unid	R\$	5.989,00
Reservatório superior de 2.000 litros	R\$ 699,00	1 unid	R\$	699,00
Mão de obra	R\$ 150,00	10 dias	R\$	1.500,00
Tubulação, conexões e filtros	R\$ 11.448,65	1 conj	R\$	11.448,65
<b>Custo Total (R\$)</b>			<b>R\$</b>	<b>21.950,65</b>

Fonte: O autor (2016).

Já a tabela 19 representa o custo do sistema de reuso. Lembrando que somente este sistema não é suficiente para atender toda a demanda não potável da escola.

Tabela 19: Resumo dos custos de implantação de um sistema de reuso de águas cinzas

<b>Sistema de Reuso</b>				
<b>Material</b>	<b>Custo (R\$)</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Total (R\$)</b>	
Bomba Fotovoltáica	R\$ 2.314,00	1 unid	R\$	2.314,00
Reservatório inferior de 1.000 litros	R\$ 279,00	1 unid	R\$	279,00
Reservatório superior de 1.000 litros	R\$ 279,00	1 unid	R\$	279,00
Mão de obra	R\$ 150,00	5 dias	R\$	750,00
Tubulação, conexões e filtros	R\$ 525,30	1 conj	R\$	525,30
<b>Custo Total (R\$)</b>			<b>R\$</b>	<b>4.147,30</b>

Fonte: O autor (2016).

Por fim, a tabela 20 apresenta o custo do sistema misto, que engloba o sistema de aproveitamento de água pluvial em conjunto com o sistema de reuso de águas cinzas.

Tabela 20: Resumo dos custos de implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial em conjunto com um sistema de reuso de águas cinzas

<b>Sistema Misto (Água pluvial + Reuso)</b>				
<b>Material</b>	<b>Custo (R\$)</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Total (R\$)</b>	
Bomba Fotovoltáica	R\$ 2.314,00	2 unid	R\$	4.628,00
Água pluvial	Reservatório inferior de 3.000 litros	R\$ 1.098,10	1 unid	R\$ 1.098,10
	Reservatório superior de 1.000 litros	R\$ 279,00	1 unid	R\$ 279,00
Reuso	Reservatório inferior de 1.000 litros	R\$ 279,00	1 unid	R\$ 279,00
	Reservatório superior de 1.000 litros	R\$ 279,00	1 unid	R\$ 279,00
Mão de obra	R\$ 150,00	15 dias	R\$	2.250,00
Tubulação, conexões e filtros	R\$ 11.973,95	1 conj	R\$	11.973,95
<b>Custo Total (R\$)</b>			<b>R\$</b>	<b>20.787,05</b>

Fonte: O autor (2016).

Então, com os custos médios calculados de cada sistema e fazendo o cálculo do período de retorno, conforme a equação 13 chega-se ao sistema mais viável para implantar na escola, como mostra a tabela 21.

Tabela 21: Período de retorno

<b>Sistema</b>	<b>Valor do investimento (P)</b>	<b>Valor da conta de água anual</b>	<b>Economia anual gerada na conta</b>	<b>Novo valor da conta de água anual (U)</b>	<b>Período de retorno (anos)</b>
Água pluvial	R\$ 21.950,65	R\$ 6.047,40	R\$ 4.763,04	R\$ 1.284,36	17
Reuso	R\$ 4.147,30	R\$ 6.047,40	R\$ 642,24	R\$ 5.405,16	1
Misto	R\$ 20.787,05	R\$ 6.047,40	R\$ 4.763,04	R\$ 1.284,36	16

Fonte: O autor (2016).

Portanto, de acordo com o período de retorno o sistema mais viável é o de reuso. Porém este sistema sozinho não atende toda a demanda não potável, assim não contribuindo totalmente para a economia sustentável. Assim sendo, adota-se o sistema misto como o mais viável tanto economicamente, tanto ambientalmente.

## 5 CONCLUSÃO

Por meio da realidade do aumento da demanda de água e de sua escassez, é importante destacar sobre a economia deste recurso e a prática de sistemas capazes de reduzir o consumo. Diante esta situação, esse estudo no Colégio Padre Júlio Maria, localizado na cidade de Boa Esperança – MG foi de grande relevância, se observar o potencial de economia que pode ser gerado através do uso de água pluvial e reuso para fins não potáveis.

A média da quantidade total de água consumida pela instituição de ensino fornecido pela empresa concessionária de água (SAAE) nos últimos três meses é 112.000 litros. Isto resulta em uma média de consumo diário de 5.090,9 litros, considerando 22 dias úteis no mês. Também foi calculado o indicador de consumo (IC) por usuário que resultou em 7,9 litros/agente consumidor.dia. Este, em relação a muitos autores, pode ser considerado um baixo indicador.

Na análise do potencial de economia de água potável, verificou-se um percentual de aproximadamente 80% dos usos finais que poderiam ser utilizados em fins não potáveis (vasos sanitários, mictórios, lavagem de carros, limpeza geral, irrigação de jardins e campo de futebol). Portanto, pode-se afirmar que um volume de 4.168,43 litros/dia de água potável, poderia ser substituído por água pluvial e/ou reuso de águas cinzas, contribuindo para a economia deste recurso tão importante para a vida do planeta.

O aproveitamento de água de pluvial e reuso de águas cinzas são práticas bastante interessantes quando se visa o desenvolvimento sustentável, capaz de preservar a água potável para fins específicos, onde sua potabilidade se faz realmente necessária. De acordo com os cálculos apresentados, foi utilizado o método de Rippl para o dimensionamento dos reservatórios.

O dimensionamento apontou um volume de reservatório inferior de 20.000 litros para captação de água pluvial e um de 1.000 litros para o reuso. Para o sistema misto, apenas alterou o volume do reservatório de água de chuva, reduzindo para um de 3.000 litros, mantendo o de reuso. Com todos os cálculos realizados, foi elaborada uma análise econômica, com base em pesquisa de mercado, de acordo com o esboço do projeto.

O presente trabalho apresentou a viabilidade técnica e econômica do sistema de aproveitamento de água pluvial, do sistema de reuso de águas cinzas e da utilização dos dois simultaneamente, considerado sistema misto na escola.

O sistema de reuso foi o que obteve o menor tempo de retorno, porém é um sistema que não atende a totalidade da demanda não potável da escola. Então, considerando os



sistemas capazes de suprir toda demanda de uso não potável, concluiu-se que o melhor sistema economizador de água a ser adotado é a técnica de aproveitamento de água pluvial em conjunto com o reuso de águas cinzas (sistema misto), por possuir o menor tempo de retorno. Apesar de ser um investimento a longo prazo, considera-se viável, tanto economicamente, e mais ainda ambientalmente.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626**: Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro: ABNT. 1998.

\_\_\_\_\_. **NBR 8160**: Sistemas prediais de esgoto sanitário: Projeto e execução. Rio de Janeiro, 1999.

\_\_\_\_\_. **NBR 10844**: Instalações Prediais de Águas Pluviais. Rio de Janeiro: ABNT, 1989.

\_\_\_\_\_. **NBR 13969**: Tanque sépticos – Unidade de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro: ABNT. 1997.

\_\_\_\_\_. **NBR 15527**: Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT. 2007.

ALVARENGA, Carlos Alberto. Bombeamento de água com energia solar fotovoltaica. Solenerg Engenharia e Comércio Ltda. Belo Horizonte, 2013.

BARBETTA, P. A. **Estatística Aplicada às Ciências Sociais**. Ed. UFSC. Florianópolis, 2003.

BELLA CALHA. Disponível em: <<http://www.bellacalha.com.br>> Acesso em: 30 de abril de 2016.

BOTELHO, Manoel Henrique Campos; RIBEIRO JR., Geraldo de Andrade, Instalações Hidráulicas Prediais Feitas Para Durar, 1.ed., 1998.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Agência Nacional de Água; Federação das Indústrias do Estado de São Paulo; Sindicato da Indústria da Construção do Estado de São Paulo. **Conservação e Reuso de Água em Edificações**. São Paulo; Prol Editora Gráfica, 2005. Disponível em: <[www.fiesp.com.br/arquivodownload/?id=1616](http://www.fiesp.com.br/arquivodownload/?id=1616)> Acessado em: 30 de Abril de 2016.

ECOCASA. **Soluções residenciais individuais e coletivas. Sistemas de captação e aproveitamento de água da chuva**. Disponível em: <<http://www.ecocasa.com.br/aproveitamento-de-agua-de-chuva>>. Acesso em: 1º de maio de 2016.

FERREIRA, Daniel Fabrício. **Aproveitamento de águas pluviais e reuso de águas cinzas para fins não potáveis em um Condomínio Residencial localizado em Florianópolis – SC**. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis – SC, 2005.

Fundação Procafé. **Boletim de avisos, precipitações em milímetros de chuva**. [S. l.: s. n]. disponível em: <<http://fundacaoprocafe.com.br/estacao-e-avisos/sul-de-minas/boletim-de-aviso>> Acesso em: 1º de maio de 2016.

GHISI, E. **A Influência da Precipitação Pluviométrica, Área de Captação, Número de Moradores e Demandas de Água Potável e Pluvial no Dimensionamento de Reservatórios para Fins de Aproveitamento de Água Pluvial em Residências Unifamiliares**. Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia Civil da

Universidade Federal de Santa Catarina como parte dos requisitos para participação no Concurso Público do Edital N° 026/DDPP/2006. Florianópolis, 2006.

GOMES, Marco Antônio Ferreira. **Água: sem ela seremos o planeta Marte de amanhã.** 2011. Geólogo, D.Sc. em Solos, pesquisador da Embrapa Meio Ambiente. Disponível em: <[http://crv.educacao.mg.gov.br/SISTEMA\\_CRV/banco\\_objetos\\_crv/%7BAEF84190-886B49B5-86FC-C5D44326F528%7D\\_pdf-agua-rem-ca.pdf](http://crv.educacao.mg.gov.br/SISTEMA_CRV/banco_objetos_crv/%7BAEF84190-886B49B5-86FC-C5D44326F528%7D_pdf-agua-rem-ca.pdf)>. Acesso em: 03 de Abril de 2016.

GOOGLE EARTH. **Software Google Earth.** 2016.

GOOGLE MAPS. **Software Google maps.** 2016.

HENRIQUE, Erika Silva. **Reúso de Água Componente Importante no Planejamento, Desenvolvimento e Utilização dos Recursos.** 2005. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) – Universidade Anhembi Morumbi, 2005.

HESPANHOL, Ivanildo. **Potencial de Reuso de Água no Brasil Agricultura, Indústria, Municípios, Recargas de Aquíferos.** Revista De Recursos Hídricos. Volume 7 n.4 São Paulo, 2002.

ILHA, M. S. O.; PEDROSO, L. P.; YWASHIMA, L. A. **Indicadores de consumo de água em escolas.** Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo – Universidade Estadual de Campinas, Brasil. 2008.

LIMA, Ricardo Paganelli de; MACHADO, Thiago Garcia. **Aproveitamento de Água Pluvial: análise do custo de implantação do sistema em edificações.** 2008. Monografia (Graduação) – Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos, São Paulo, 2008.

LOPES, José Denival S. **Construção de barragens de terra.** Viçosa – MG: CTP, 2008. 174p.

LORENO, Ângela. **Água com Consciência.** 2005. Disponível em: <[www.ecopress.org.br/eco/](http://www.ecopress.org.br/eco/)> Acesso em: 08 de maio de 2016.

MACOMBER, P.S.H. **Guidelines on Rainwater Catchment Systems for Hawaii.** Department of Natural Resources and Environmental Management. College of Tropical Agriculture and Human Resource. University of Hawaii at Manoa, 2001.

MANCUSO, Pedro Caetano Sanches; SANTOS, Hilton Felício dos. **Reúso De Água.** 3ª reimpressão. Ed. Manole. São Paulo, 2013.

MARINOSKI, Ana Kelly. **Aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis em instituição de ensino: estudo de caso em Florianópolis – SC.** Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis – SC, 2007.

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

NETTO, Azevedo. **Manual de hidráulica**. 8. ed. São Paulo: Edgard Blucher. 1998. p.465-473.

OLIVEIRA, L. H. **Metodologia para a implantação de programa de uso racional de água em edifícios**. 1999. 344 f. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

REBOUÇAS, Aldo da Cunha. **Uso inteligente da água**. [S.I.]: Escrituras, 1999. Disponível em: <[https://books.google.com.br/books?id=C8Z8G2sHEmoC&printsec=frontcover&hl=ptBR&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.br/books?id=C8Z8G2sHEmoC&printsec=frontcover&hl=ptBR&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)>. Acesso em: 13 de março de 2016.

RODRIGUES, Alisson Cezar. **Estudo de um sistema de captação de água de chuva e reuso de água cinza para fins não potáveis para o condomínio Villa Romana no município de Varginha - MG**. Centro Universitário do Sul de Minas. Varginha – MG, 2015.

SCHERER, F. A. **Uso Racional da Água em Escolas Públicas: Diretrizes Para Secretarias de Educação**. Dissertação (Mestrado). Curso de Pós- Graduação em Engenharia da Construção Civil, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

SELLA, Marcelino Blacene. **Reuso de Águas Cinzas: Avaliação da Viabilidade da Implantação do Sistema em Residências**. 2011. Monografia (Graduação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

SEMPRESUSTENTAVEL. **Projetos experimentais de baixo custo**, [S. l.: s. n], 2013. Disponível em: < <http://www.sempresustentavel.com.br/hidrica/aguadechuva/agua-de-chuva.htm>> Acesso em: 30 de abril de 2016.

SHIKLOMANOV, I. A.. **World Water Resources**. A new appraisal and assement for the 21<sup>st</sup> century. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. Paris, 1998. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0011/001126/1126711eo.pdf>>. Acesso em: 13 de março de 2016.

TOMAZ, P. **Previsão de consumo de água: interface das instalações prediais de água e esgoto com os serviços públicos**. Navegar Editora, São Paulo, 2000. 250 p.

TOMAZ, P.. **Economia de água: Para empresas e residências**. São Paulo: Navegar, 2001. 112p.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de Água de Chuva – Para Áreas Urbanas e Fins não Potáveis**. Navegar Editora, São Paulo, 2003.

UNIÁGUA. Universidade da água. **Água no Planeta**. 2006. Disponível em <<http://www.uniaqua.org.br>> Acesso em: 13 de março de 2016.

WERNECK, G. A. M.; BASTOS, L. E. G. **A Água da Chuva Como Fonte de Recursos Hídricos para as Escolas de Barra do Pirai e os Reflexos para o Sistema Municipal de Abastecimento**. CLACS' 04 – I Conferencia Latino-Americana de Construção Sustentável e ENTAC 04, - 11º Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, São Paulo - SP, Anais. CD ROM, 2006.

## APÊNDICE A – Questionário.

Questionários utilizados nas entrevistas.

UNIS – Centro Universitário do Sul de Minas

Estudo de consumo de água no Colégio Padre Júlio Maria (CPJM).

Categoria: Aluno ( ) Professor ( ) Funcionário ( )      Sexo: \_\_\_\_\_

Obs.: favor responder somente as perguntas pertinentes a sua categoria e/ou sexo.

- 1) Número de vezes por dia em média, que você utiliza as torneiras do banheiro do CPJM: \_\_\_\_  
Estime um tempo (em segundos) de utilização a cada vez que usa as torneiras: \_\_\_\_\_
- 2) Número de vezes por dia em média, que utiliza água dos bebedouros do CPJM: \_\_\_\_\_  
Estime um tempo (em segundos) a cada vez que utiliza os bebedouros: \_\_\_\_\_
- 3) Número de vezes por dia em média, que utiliza a descarga dos vasos sanitários do CPJM: \_\_\_\_  
Estime um tempo (em segundos) a cada vez que pressiona a válvula da descarga: \_\_\_\_\_
- 4) Número de vezes por dia em média, que utiliza a descarga dos mictórios do CPJM: \_\_\_\_\_  
Estime um tempo (em segundos) a cada vez que pressiona a descarga do mictório: \_\_\_\_\_
- 5) Número de dias por se semana em média que se realiza lavação de automóveis: \_\_\_\_\_
- 6) Número estimado de automóveis lavados por semana: \_\_\_\_\_
- 7) Tempo estimado de utilização da torneira ou mangueira para lavação de cada automóvel: \_\_\_\_
- 8) Quanto tempo por dia em média a torneira da pia fica aberta para lavar louças? \_\_\_\_\_
- 9) Número de vezes por dia em média que utiliza a torneira do tanque: \_\_\_\_\_  
Tempo estimado de utilização: \_\_\_\_\_
- 10) Número de vezes por dia em média que utiliza as torneiras para lavar calçadas: \_\_\_\_\_  
Tempo estimado de utilização: \_\_\_\_\_
- 11) Quanto tempo por dia em média utiliza as torneiras para regar jardim ? \_\_\_\_\_
- 12) Número de vezes por semana em média que utiliza a torneira para molhar o campo de futebol: \_\_\_\_\_ Tempo estimado de utilização: \_\_\_\_\_
- 13) Utiliza alguma outra forma de água para limpeza do prédio? Qual? \_\_\_\_\_  
Estimativa do tempo de utilização: \_\_\_\_\_
- 14) Utiliza alguma outra forma de água no CPJM (ex. chuveiros)? \_\_\_\_\_ Qual? \_\_\_\_\_  
Estimativa do tempo (em segundos) de utilização: \_\_\_\_\_

**APÊNDICE B – Aparelhos sanitários e locais de utilização de água na escola.**





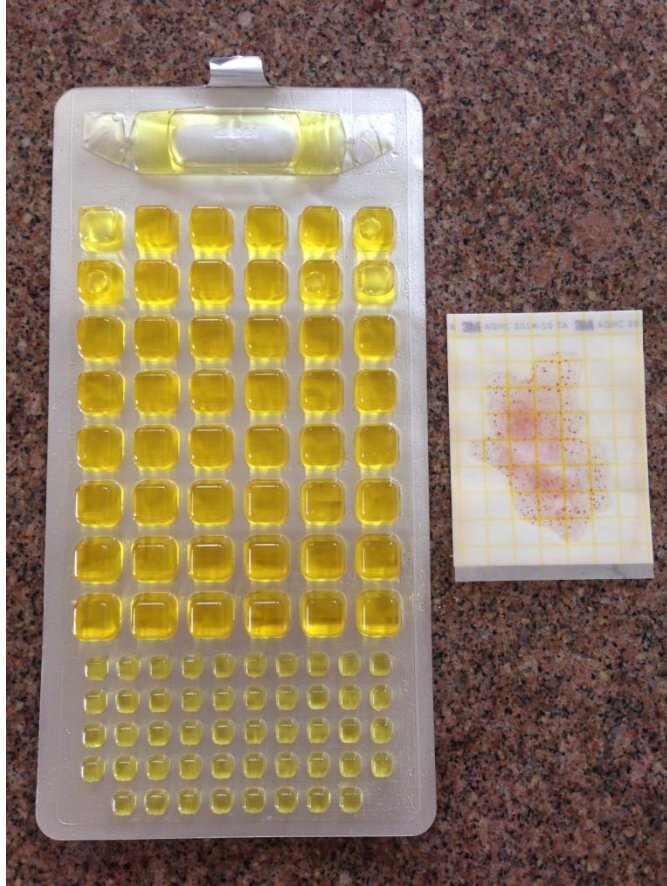












**APÊNDICE D – Projetos de locação dos reservatórios.**

**APÊNDICE E – Custo de tubulações, conexões e filtros.**


<b>Sistema de água pluvial</b>						
<b>Material</b>	<b>Unidade</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Custo unitário (R\$)</b>	<b>Total (R\$)</b>		
TUBO PVC, SÉRIE NORMAL, ÁGUA PLUVIAL, DN 150 MM	Metros	68	R\$ 17,50	R\$	1.190,00	
TUBO PVC, SÉRIE NORMAL, ÁGUA PLUVIAL, DN 200 MM	Metros	150	R\$ 32,90	R\$	4.935,00	
TUBO PVC, SÉRIE NORMAL, ÁGUA PLUVIAL, DN 300 MM	Metros	79	R\$ 49,85	R\$	3.938,15	
CURVA CURTA 90 GRAUS, PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 150 MM	Unidade	1	R\$ 48,60	R\$	48,60	
CURVA CURTA 90 GRAUS, PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 200 MM	Unidade	1	R\$ 66,75	R\$	66,75	
JOELHO 45 GRAUS, PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 150 MM	Unidade	4	R\$ 27,00	R\$	108,00	
JOELHO 45 GRAUS, PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 200 MM	Unidade	2	R\$ 49,00	R\$	98,00	
JUNÇÃO 45 GRAUS, PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 150 MM	Unidade	2	R\$ 60,60	R\$	121,20	
JUNÇÃO 45 GRAUS, PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 200 MM	Unidade	3	R\$ 115,40	R\$	346,20	
REDUÇÃO, PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 200 X 150 MM	Unidade	2	R\$ 33,40	R\$	66,80	
REDUÇÃO, PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 300 X 200 MM	Unidade	1	R\$ 78,70	R\$	78,70	
TUBO PVC SOLDAVEL MARROM DN50	Metros	36	R\$ 7,15	R\$	257,40	
JOELHO SOLD. 45° PVC DN50	Unidade	1	R\$ 3,30	R\$	3,30	
CURVA SOLD. 90° PVC DN50	Unidade	3	R\$ 6,95	R\$	20,85	
TÊ SOLD. PVC DN50	Unidade	1	R\$ 4,50	R\$	4,50	
REGISTRO DE ESFERA PVC SOLDAVEL DN 50	Unidade	2	R\$ 13,10	R\$	26,20	
FILTRO P/ CAPTAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL	Unidade	1	R\$ 139,00	R\$	139,00	
<b>Custo Total (R\$)</b>				<b>R\$</b>	<b>11.448,65</b>	

<b>Sistema de reuso</b>						
<b>Material</b>	<b>Unidade</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Custo unitário (R\$)</b>		<b>Total (R\$)</b>	
TUBO PVC, SÉRIE NORMAL, ESGOTO, DN 50 MM	Metros	36	R\$	4,40	R\$	158,40
TUBO PVC SOLDA VEL MARROM DN50	Metros	12	R\$	7,15	R\$	85,80
CURVA SOLD. 90° PVC DN50	Unidade	2	R\$	6,95	R\$	13,90
TÊ SOLD. PVC DN50	Unidade	1	R\$	4,50	R\$	4,50
REGISTRO DE ESFERA PVC SOLDA VEL DN 50	Unidade	2	R\$	13,10	R\$	26,20
SISTEMA DE CLORAÇÃO	Unidade	1	R\$	236,50	R\$	236,50
<b>Custo Total (R\$)</b>					<b>R\$</b>	<b>525,30</b>

<b>Sistema misto</b>						
<b>Material</b>	<b>Unidade</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Custo unitário (R\$)</b>		<b>Total (R\$)</b>	
Materiais do Sistema de água pluvial	Unidade	1	R\$	11.448,65	R\$	11.448,65
Materiais do Sistema de reuso	Unidade	1	R\$	525,30	R\$	525,30
<b>Custo Total (R\$)</b>					<b>R\$</b>	<b>11.973,95</b>

## ANEXO A – Conta de água fornecida pela agência de abastecimento.

DESCRÇÃO		VALOR	
TARIFA DE AGUA		29,44	
TARIFA DE ESGOTO		17,66	
CONSERVACAO DE HIDROMETRO		0,80	


  
**Boa Esperança-MG**

DATA LEITURA ANTERIOR	DATA LEITURA ATUAL	VENCIMENTO	VALOR A PAGAR
08/04/2016	09/05/2016	20/06/2016	R\$ 47,90


LEITURA ANTERIOR	LEITURA ATUAL	CONSUMO REAL	CONSUMO FATURADO	MÉDIA
1260 m <sup>3</sup>	1277 m <sup>3</sup>	17 m <sup>3</sup>	17 m <sup>3</sup>	14 m <sup>3</sup>

Nº DO HIDRÔMETRO	VAZAO CARACTERISTICA	DIÂMETRO	DATA DE INSTALAÇÃO
A116501903	3 m <sup>3</sup>	1/2	06/09/2011

OCORRÊNCIA:

DADOS DOS 6 ÚLTIMOS MESES				MENSAGEM
MÊS	CONSUMO	Nº DIAS	MÉDIA/DIA M <sup>3</sup>	
04/2016	18	29	0,62	
03/2016	17	30	0,57	
02/2016	14	29	0,48	
01/2016	9	33	0,27	
12/2015	8	29	0,28	
11/2015	18	32	0,56	

CONFORME LEI FEDERAL N. 2.007/2009, DECLARO QUITACAO DE DEBITOS DESTE USUARIO ATE DEZ/2015


  
**Boa Esperança-MG**

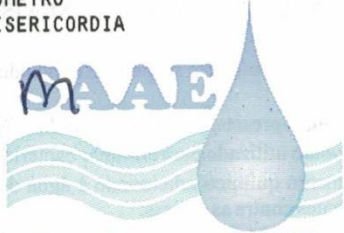
PARÂMETRO	UNIDADE	VMP	TOTAL DE ANÁLISES REALIZADAS	VALOR MÉDIO DETECTADO
pH	-	8 0 a 9 5	345	7 1
Turbidez	UT	5 0	345	0 59
Cor	UH	15 0	345	2 6
Fluor	mg/L	0 60 a 1 00	340	0 71
Cloro Residual	mg/L	Mínimo 0 20	345	0 98
Coliformes termot.	N M P	Ausencia	50	AUSENCIA

FAVOR AUTENTICAR NO VERSO - DEVOLVER AO USUÁRIO

<b>COLEGIO PADRE JULIO MARIA</b> AV. MARECHAL FLORIANO PEIXOTO 190 CENTRO 37170-000 BOA ESPERANCA MG ROTA: C-7-620		MÊS/ANO: 05/2016 Nº GUIA: 12045052016-4 CATEGORIA / QUANTIDADE RESIDENCIAL COMERCIAL INDUSTRIAL PÚBLICA 0 1 0 0
Cód. LIGAÇÃO: 12045-1 <b>VENCIMENTO</b> 20/06/2016	ID. ELETRÔNICO: 10712045@C	<b>VALOR A PAGAR</b> R\$47,90



DESCRÇÃO		VALOR	
TARIFA DE AGUA		272,03	
TARIFA DE ESGOTO		183,22	
CONSERVACAO DE HIDROMETRO		0,80	
CONV. /STA.CASA DE MISERICORDIA		20,00	

  
 Boa Esperança-MG

DATA LEITURA ANTERIOR	DATA LEITURA ATUAL	VENCIMENTO	VALOR A PAG
11/04/2016	11/05/2016	20/06/2016	R\$ 456,05

LEITURA ANTERIOR	LEITURA ATUAL	CONSUMO REAL	CONSUMO FATURADO	MÉDIA
1535 m <sup>3</sup>	1631 m <sup>3</sup>	96 m <sup>3</sup>	96 m <sup>3</sup>	83 m <sup>3</sup>

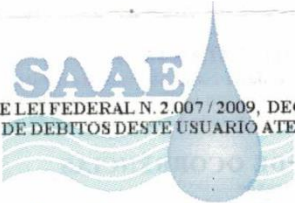
Nº DO HIDRÔMETRO	VAZAO CARACTERISTICA	DIAMETRO	DATA DE INSTALAÇ
A01L118605	3 m <sup>3</sup>	1/2"	01/07/2002

OCORRÊNCIA:

**DADOS DOS 6 ÚLTIMOS MESES**

MÊS	CONSUMO	Nº DIAS	MÉDIA/DIA M <sup>3</sup>
04/2016	93	31	3,00
03/2016	95	28	3,39
02/2016	57	30	1,90
01/2016	33	34	0,97
12/2015	80	28	2,86
11/2015	138	30	4,60

MENSAGEM

  
 Boa Esperança-MG

CONFORME LEI FEDERAL N. 2.007/2009, DECLARO QUITACAO DE DEBITOS DESTE USUARIO ATE DEZ/20

PARÂMETRO	UNIDADE	VMP	TOTAL DE ANÁLISES REALIZADAS	VALOR MÉDIO DETECTAL
pH	-	6,0 a 9,5	345	7,1
Turbidez	UT	5,0	345	0,59
Cor	UH	15,0	345	2,6
Fluor	mg/L	0,60 a 1,00	340	0,71
Cloro Residual	mg/L	Mínimo 0,20	345	0,98
Coliformes termot.	N.M.P.	Ausencia	50	AUSENC

DETALHES SOBRE A LEGISLAÇÃO VIDE VERSO

PERÍODO DA ANÁLISE: 01/04/2016 a 30/04/2016

FAVOR AUTENTICAR NO VERSO - DEVOLVER AO USUÁRIO

ESCOLA NORMAL PADRE JULIO MARIA		MÊS/ANO: 05/20
PCA PADRE JULIO MARIA S/N CENTRO		Nº GUIA
37170-000 BOA ESPERANCA MG		03575052016-1
ROTA: D-6-1970		CATEGORIA / QUANTIA
CÓD. LIGACÃO: 03575-8		RESIDENCIAL COMERCIAL INDUSTRIAL
ID. ELETRÔNICO: 8063575@D		0 1 0
VENCIMENTO		VALOR A PA
20/06/2016		R\$456,05