

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

JESSICA MILAGRE JORGE

SUSTENTABILIDADE: CAPTAÇÃO E UTILIZAÇÃO DE ÁGUA DA CHUVA

RIO DE JANEIRO

2017

Jessica Milagre Jorge

SUSTENTABILIDADE: CAPTAÇÃO E UTILIZAÇÃO DE ÁGUA DA CHUVA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de bacharel em Química.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Iracema Takase

Rio de Janeiro
2017

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO DE QUÍMICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU QUÍMICA.

Examinado por:

Prof^a. Iracema Takase, DQA.

Prof^a. Zélia Therezinha Custódio Leite, DQA.

Prof. Tatiana Chaves Lorençatto, DQA.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

SETEMBRO DE 2017

Agradecimentos

Primeiramente, agradeço aos meus pais, às minhas às avós, tias Jamile e Marcia, e ao meu querido avô, Nacib Milagre por todo apoio, conselhos, carinho, pelo esforço e dedicação para garantir que eu tivesse acesso ao melhor possível, e assim viabilizar minha dedicação aos estudos. Além disso, agradeço aos mesmos por serem meus grandes exemplos de vida e por me ensinar valores os quais norteiam minhas ações.

A minha Irmã, Letícia Milagre Jorge, por todo apoio, cumplicidade e afeto, por ser uma grande amiga e me apoiar em todas as circunstâncias.

À minha família, pelo carinho e incentivo.

Aos amigos por estarem ao meu lado em todos os momentos, sobretudo durante os períodos mais difíceis.

A todos os professores, por todo o conhecimento compartilhado, dedicação e por colaborarem com o meu crescimento, não só acadêmico, como também pessoal.

Agradeço a Comissão Organizadora da Semana da Química e ao Instituto de química, por me ensinar a perseverança, a importância do trabalho em grupo e por fortalecer os laços aqui criados.

A todos os alunos e orientadores do Laboratório de Controle de Poluentes em Água, por todo conhecimento trocado e acima de tudo pelo companheirismo de todas as horas. Agradeço por me apoiar na decisão de procurar outras experiências, mesmo com o coração apertado por isso significar sair do laboratório. Minha primeira experiência profissional não poderia ser mais doce.

A AkzoNobel e seus funcionários, pela oportunidade de fazer parte da equipe, por todos os ensinamentos, convivência e pelas boas lembranças as quais levarei para sempre.

Agradeço ao meu orientador de estágio, Dr. Sérgio Machado, por aceitar me orientar, e acima de tudo, por todos os conselhos e atenção, sempre pronto para ouvir e indicar o melhor caminho.

Por fim, agradeço especialmente à minha orientadora de projeto final de curso, Dr^a Iracema Takase, por aceitar o desafio de orientar uma aluna com pouca disponibilidade de horário, e mesmo assim, me ajudar a tirar o melhor proveito da situação. Agradeço também pelo apoio, dedicação e afeto.

Lista de Abreviaturas e Símbolos

ANA	Agência Nacional de Águas
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
Ca(ClO) ₂	Hipoclorito de Cálcio
CEDAE	Companhia Estadual de Águas e Esgoto
CMMAD	Comissão mundial para o meio ambiente
CNUMAD	Conferência das nações Unidas sobre o meio ambiente
E.coli	Escherichia Coli
FGV	Fundação Getúlio Vargas
HOCl	Ácido Hipocloroso
ICWE	Conferência Internacional da água e meio ambiente
MUG	4-metilumbeliferil- β-D-glucoronídeo
NaOCl	Hipoclorito de sódio
NBR 15527	Norma Brasileira Regulamentadora, número 15527
OCl ⁻	Íon Hipoclorito
ONPG	Orto-nitrofenil-β-D-galactopiranosídeo
PET	Poli Tereftalato de Etileno
PVC	Policloreto de Vinila
UERJ	Universidade Estadual do Rio de Janeiro
UV-VIS	Ultravioleta-Visível
NTU	Unidade Nefelométrica de Turbidez
LAQUAN	Laboratório de análise Química e Ambiental

Índice de figuras:

Figura 1: Precipitação anual média no país	6
Figura 2: Esquema de captação de água da chuva	12
Figura 3: Filtro seletor de águas - usado no sistema de coleta de água da chuva na comunidade do Morro azul.....	13
Figura 4:Imagem esquemática do Separador de águas da chuva	14
Figura 5:Imagem do Esquema do projeto, tendo um corte para possibilitar a visualização do interior da minicisterna (Imagem extraída de “Projeto de aproveitamento de água da chuva com a tecnologia da minicisterna para residência urbana” de Edison Urbano, site Sempre sustentável).....	15
Figura 6: Vista frontal da área de implementação da cisterna e do local onde a água será utilizada.	17
Figura 7:Local de implementação da cisterna do dia 15/04/2017.	18
Figura 8:Praça onde a água captada será utilizada.	18
Figura 9:Local de utilização da água captada.....	19
Figura 10:Montagem do reservatório temporário de água da chuva.....	21
Figura 11:Ajuste do diâmetro do CAP para inserção de sistema autolimpante.	22
Figura 12: Montagem do sistema autolimpante.....	23
Figura 13:Início do sistema de captação de água.	25
Figura 14:Sistemática de montagem da cisterna.	26
Figura 15:Vista superior da caixa d'água, indicando a montagem do redutor de turbulência...	27
Figura 16:Desvio do transbordo para a canaleta.	28
Figura 17: Efetuação de cortes na caixa d'água, para entrada de tubulação.	28
Figura 18:Vista lateral do projeto	30
Figura 19: Esquema de reação enzimática para determinação de coliformes totais	33
Figura 20:Esquema de reação enzimática para determinação de E-coli.	34
Figura 21: Gráfico de dissociação do HOCl.....	39
Figura 22: Autorização assinada por Teo Cordeiro da Cunha, um dos idealizadores do projeto Águas de Março.....	41

Lista de tabelas:

Tabela 1: Conjuntura dos recursos hídricos do Brasil - Fonte: Agência Nacional das águas, 2013	5
Tabela 2: Parâmetros de qualidade para aproveitamento de águas pluviais para fins não potáveis.	8
Tabela 3: Distribuição do consumo de água potável nos estados brasileiros.(FOLHA DE SÃO PAULO, 2017)	9
Tabela 4:Consumo de água potável passível de ser substituída por águas menos nobres – adaptado de Anecchini (2005), apud, Tomaz (2000).	10
Tabela 5: Resultados para Determinação de coliformes totais.	35
Tabela 6: Resultados para Determinação de coliformes fecais	35
Tabela 7:Resultados para Determinação de pH.....	35
Tabela 8:Resultados para Determinação de condutividade.	35
Tabela 9:Resultados para Determinação de cloro residual livre..	36
Tabela 10:Resultados para Determinação de turbidez.....	36

Resumo:

Atualmente, estima-se que aproximadamente 2,1 bilhões de pessoas não tenham acesso a água potável, e que cerca de 361 mil crianças com idades inferiores a 5 anos morram anualmente devido a doenças causadas devido a precariedade da disponibilidade de água de qualidade adequada ao consumo humano. Além disso, segundo dados da ONU, a expectativa para os próximos anos indica aumento desses números.

Como consequência disso, há uma grande probabilidade do acirramento dos conflitos envolvendo a água, o que destaca a importância do gerenciamento efetivo dos recursos hídricos disponíveis.

Sabendo-se que mais de 10% da água consumida no mundo é destinada ao uso humano, diretamente, e que deste total cerca de 40% pode ser substituída por uma água menos nobre, torna-se evidente a importância da conscientização individual a despeito da necessidade de redução deste consumo.

Desta forma, o presente trabalho busca apresentar um sistema de captação de águas pluviais desenvolvida por Edison Urbano e executada pelo Coletivo Águas de Março em parceria com a FGV mais, uma entidade ligada a Fundação Getúlio Vargas, na comunidade do Morro Azul, localizado no Bairro do Flamengo, como uma possível alternativa de redução do consumo de água potável, devido a simplicidade do sistema e ao baixo custo de sua implementação.

Além disso, com o objetivo de averiguação da qualidade da água coletada pelo sistema implementado, algumas análises foram realizadas e confrontadas com a legislação vigente.

Sumário

1. Introdução:.....	1
2. Objetivos:	3
2.1 Objetivos gerais:.....	3
2.2 Objetivos específicos:	3
4. Projeto Águas de Março e a implementação de sistemas de captação de água da chuva na comunidade do Morro Azul, no Rio de Janeiro.....	8
4.1 Projeto.....	11
4.2 Implementação do projeto da minicisterna na comunidade do Morro Azul em 15/06/2017	16
4.2.1 Etapas do processo.....	17
5. Metodologia.....	31
5.1 Amostragem:	31
5.2 Determinações:	31
5.2.1 Determinação de pH	31
5.2.2 Determinação de Coliformes totais e fecais	32
5.2.3 Determinação de Condutividade	34
5.2.4 Determinação de Turbidez.....	34
5.2.5 Determinação de Cloro residual livre.....	34
6. Resultados e discussão.....	35
7. Conclusões.....	37
8. Sugestões e trabalhos futuros.....	38
9. Anexos.....	41
9.1 Anexo 1.....	41
9.2 Anexo 2:.....	42
1. Bibliografia	43

1. INTRODUÇÃO:

No planeta há cerca de 1,4 bilhão Km³ de água, cobrindo, em torno de 71% da superfície terrestre. Entretanto, aproximadamente, 97,5% deste volume, encontra-se em forma de água salgada, sendo que dos 2,5% restantes, apenas, cerca de 0,77% como água doce disponível. (GRASSI, 2001)

A água é um bem de suma importância para a vida terrestre. Por todo o planeta, as organizações sociais estabeleceram-se nas proximidades de fontes de água doce. (Grassi, 2001)

O crescimento industrial, impulsionado pela revolução industrial, levou ao crescimento dos centros urbanos, gerando transformações na sociedade, principalmente no que tange ao aumento da cultura do consumo, isto, associado ao aumento da expectativa de vida da população tornou latente a necessidade de maior eficiência nos meios de produção. Dessa forma, durante décadas, os recursos naturais, renováveis e não renováveis, foram utilizados sem maiores preocupações sobre o impacto ambiental o qual esse consumo exacerbado poderia causar. (MIRRE, YOKOYAMA, PESSOA, 2015)

Neste contexto, observa-se dados como os apresentados em relatório da OMS e da UNICEF. De acordo com este, atualmente, cerca de 2,1 bilhões de pessoas não tem acesso a água potável e 4,5 bilhões não possuem acesso a saneamento básico. (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 2017)

Segundo estudos realizados pelo programa Ambiental das Nações Unidas, a perspectiva é que em 2025, aproximadamente, dois terços da população mundial terá acesso a água potável de maneira limitada. (SCARE, 2003 apud LIMA, 2015). Especialistas indicam que dentro de poucos anos haverá uma crise hídrica, como ocorreu com o petróleo, em 1973 (Nebel e Wright, 2000, apud GRASSI, 2000).

Com o objetivo de discutir o uso das fontes hídricas e de regulamentar o uso das mesmas, reuniões foram convocadas, em caráter mundial. Em 1982, como fruto da Comissão Mundial para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CMMAD), foi gerado o relatório de Brundtland, intitulado “Nosso futuro comum”, o mesmo tornou-se um marco nas discussões ambientais, ao lançar o conceito de Desenvolvimento sustentável. Segundo esse relatório, desenvolvimento sustentável seria aquele capaz de “atender as

necessidades do presente sem comprometer as possibilidades de as gerações futuras atenderem suas próprias necessidades”. O relatório também definiu alguns pontos a serem priorizados, sendo eles: equidade social, desenvolvimento econômico e proteção ambiental. (BARBOSA, 2008)

Em 1992, ocorreu em Dublin a Conferência Internacional da água e meio ambiente (ICWE), reunindo representantes de cem países e oitenta organismos (entre internacionais) não governamentais e intergovernamentais. Como resultado da conferência, gerou-se um relatório com recomendações de planos de ação, visto que, os especialistas presentes na conferência classificaram a situação envolvendo os recursos hídricos como crítica. As ações necessárias seriam norteadas por quatro princípios, sendo eles:

- A água doce é um recurso finito e vulnerável, essencial para sustentar a vida, o desenvolvimento e o meio ambiente;
- Desenvolvimento e gestão da água deverão ser baseados numa abordagem participativa, envolvendo usuários, planejadores e agentes políticos em todos os níveis;
- As mulheres desempenham um papel central no fortalecimento, gestão e proteção da água;
- A água tem valor econômico em todos os usos competitivos e deve ser reconhecida como um bem econômico. (UERJ, 2017)

Ainda em 1992, ocorreu na cidade do Rio de Janeiro a Conferência das nações unidas sobre o meio ambiente (CNUMAD), também conhecida como ECO-92, ou cúpula da Terra. Nesta conferência houve o fortalecimento do conceito de desenvolvimento sustentável. (SENADO, 2017a). Com o avanço dessas discussões, foram criados organismos de controle da poluição e legislações ambientais. Também foram desenvolvidas técnicas de monitoramento e fiscalização. (MIRRE, YOKOYAMA, PESSOA, 2015)

No Brasil, os esforços quanto a fiscalização e controle do meio ambiente surgiram em 1981, com a lei 6.938 e a criação do Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisnama), com a instituição de órgãos voltados para esses assuntos. Já em 1997, com a Lei Federal n° 9.433/97, foi outorgada a cobrança de taxas diferenciadas, relacionadas ao uso e captação da água, bem como o despejo de efluentes, sendo o último regulamentado pelo Conama (Conselho Nacional de Meio Ambiente) na forma das resoluções n° 357/2005 e n° 430/2011. (MIRRE, YOKOYAMA, PESSOA, 2015)

A adequação aos novos moldes vem ocorrendo gradualmente, devido ao ideário do lucro em curto prazo, que gera, ainda, um grande obstáculo para a implementação de técnicas sustentáveis. (GAZETA MERCANTIL, 2007).

Sob essa perspectiva, torna-se latente a necessidade do desenvolvimento de técnicas fundamentadas no consumo consciente da água.

Diantes disso, algumas ações vem sendo tomadas para colaborar com a redução do consumo de água potável junto a comunidades, como acontece em no município do Ouvidor, localizado no estado de Goiás, onde a empresa Anglo American vem desenvolvendo um projeto de captação de água da chuva para uso comunitário. (BRASIL MINERAL, 2017). Já em Baporé, em São Paulo a ONG Casa Ecoativa, oferece oficina de captação de água da chuva aberta a comunidade. (SUSTENTARQUI, 2017)

Desta forma, o presente trabalho, tem como objetivo, apresentar um projeto desenvolvido pelo Coletivo Águas de Março, em Parceria com a FGV mais, sendo este pautado na implementação da tecnologia de minicisterna para captação de água da chuva, tendo como principal motivação a diminuição do consumo de água potável para fins os quais a mesma se faz necessária.

2. OBJETIVOS:

2.1 Objetivos gerais:

- Discutir a respeito da captação de água da chuva, bem como indicar as vantagens da utilização destes recursos.
- Descrever um projeto de implementação de uma mini cisterna, para captação de água da chuva.

2.2 Objetivos específicos:

- Coletar amostras de água provenientes da minicisterna implementada, para que se possa avaliar a qualidade da água captada por esta, confrontando-se os resultados obtidos com as normas específicas para a atividade e destino da água.

- Indicar como atitudes correlatas podem contribuir para a diminuição do consumo de água potável, para fins os quais a mesma não se faz necessária, em níveis de utilização humana.

3. APROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA

Considerando-se os desafios quanto a distribuição de água potável, e no contexto da crise hídrica, é necessário que medidas sustentáveis sejam adotadas para evitar o desperdício do recurso.

O projeto de lei do Senado de nº 58 de 2016 define Aproveitamento de água da chuva como “utilização de águas de precipitação pluviométrica que atendam padrões de qualidade exigidos para os usos pretendidos.”(SENADO FEDERAL, 2016).

Neste âmbito foi criado o projeto de lei nº 324 de 2015, com o intuito de tornar obrigatória a construção de sistemas de captação de águas pluviais em todas as novas construções, sendo estas residenciais, comerciais, industriais públicas ou privadas. (SENADO FEDERAL, 2015)

Ambos os projetos têm como objetivo, estimular o uso racional dos recursos hídricos, assegurando que a água potável não deve ser usada desnecessariamente. (SENADO FEDERAL,2015; SENADO FEDERAL 2016)

O Brasil é um país cujo índice pluviométrico é bastante elevado, desta forma, o aproveitamento da água da chuva pode ser considerado importante ferramenta na diminuição do consumo de água potável.

A tabela abaixo relaciona a precipitação anual nas regiões hidrológicas brasileiras no período entre 1961 e 2007.

Regiões hidrológicas	Total precipitado(mm)
Amazônica	2205
Tocantins-Araguaia	1774
Atlântico nordeste ocidental	1700
Paraíba	1064
Atlântico Nordeste Oriental	1052
São Francisco	1003
Atlântico Leste	1018
Atlântico Sudeste	1401
Atlântico Sul	1644
Uruguai	1623
Paraná	1543
Paraguai	1357
Média brasileira	1761

Tabela 1: Conjuntura dos recursos hídricos do Brasil - Fonte: Agência Nacional das águas, 2013

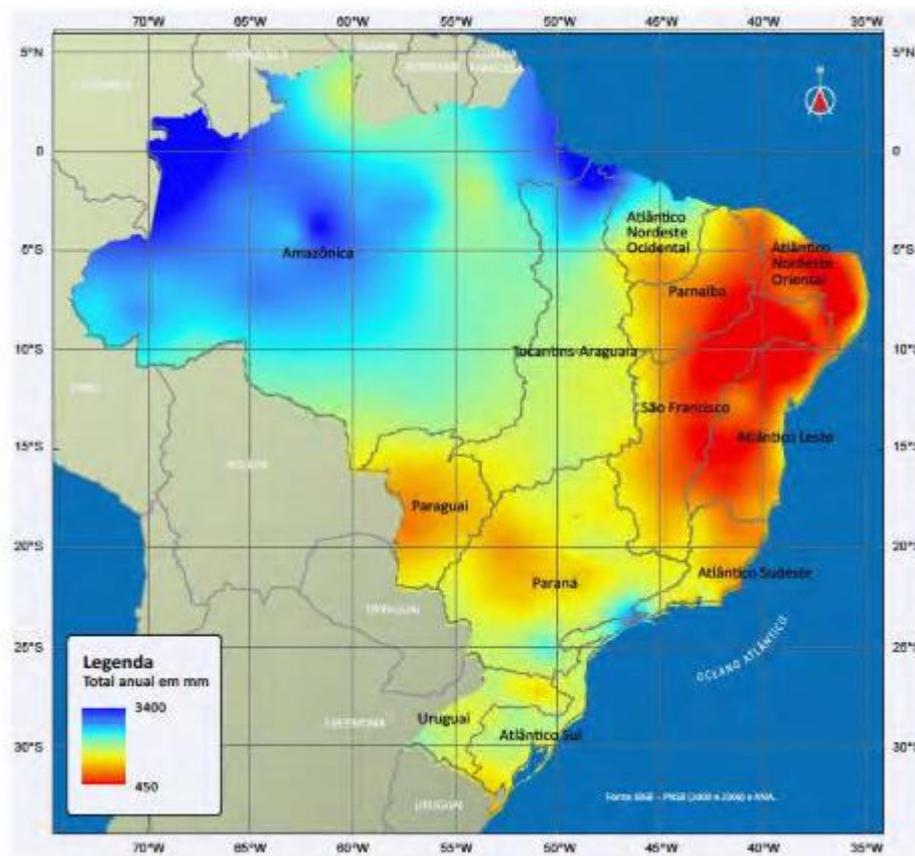


Figura 1: Precipitação anual média no país (Imagem extraída de “Conjuntura dos recursos hídricos do Brasil” – ANA)

Tendo isso em vista, o aproveitamento de água da chuva mostra-se como um recurso estratégico para diminuição do consumo de água potável no país.

Dentre as vantagens relacionadas a utilização de águas pluviais destaca-se a diminuição de casos de enchente. Isso se dá, uma vez que, em um ecossistema não modificado pela ação do homem grande parte da água proveniente da chuva é infiltrada no solo. Já nas grandes cidades, com a utilização de materiais impermeáveis na cobertura do solo, o ciclo hidrológico é modificado, devido a diminuição da recarga de aquíferos, desta forma, observa-se frequentemente, a ocorrência de enchentes nos centros urbanos.(ANNECCHINI, K. P. V., 2005)

Dito isto, nota-se que a utilização da água da chuva pode contribuir para a diminuição do problema citado, uma vez que a água que escoaria pela superfície ganharia um novo destino.

Outra grande vantagem da captação da Água da chuva para fins não potáveis reside no fato de esta poder ser implementada em um grande espectro de instalações, e a

baixos custos, sem a necessidade de tratamentos avançados, dependendo dos fins os quais esta água será destinada, apresentando-se assim como uma alternativa a redução do consumo de água.

Para Herrmann e Schmida (1999) (apud ANNECCHINI, K. P. V., 2005) há quatro formas possíveis de se construir um projeto de aproveitamento de água da chuva, sendo elas, listadas abaixo:

- Sistema de fluxo total – Neste sistema, toda água da chuva passível de captação pela superfície disponível é coletada e transferida para o reservatório final, porém, antes, da água passa por um sistema de filtração. Ao atingir o nível de capacidade máxima de armazenamento do sistema, a água é transbordada e encaminhada por um sistema de drenagem;
- Sistema com derivação – Neste caso, a água captada passa por um trecho de tubulação responsável por descartar as primeiras águas da chuva, dado o seu teor de contaminantes, visto que as primeiras águas da chuva tem a função de “lavar” a atmosfera. Neste tipo de projeto pode ou não haver um filtro. Ao atingir o máximo de armazenamento, assim como no caso do projeto anterior, a água sobressalente é extravasada e direcionada ao sistema de drenagem;
- Sistema com volume adicional de retenção – Neste caso, o reservatório de água é projetado para armazenar um volume de água adicional. Neste tipo de sistema, como no primeiro caso, toda a água passível de captação é direcionada ao reservatório, passando antes por um filtro;
- Sistema com infiltração no solo – Assim, como no caso do sistema de fluxo total, toda água da chuva passível de ser captada pela superfície é direcionada ao reservatório, após passar por um filtro, a diferença é que neste caso, a água excedente não mais será drenada, e sim infiltrada no solo.

Requisitos para aproveitamento de água da chuva em áreas urbanas para fins não potáveis – ABNT NBR 15527

A norma ABNT NBR 15527 norteia o uso de água da chuva para fins não potável. De acordo com a mesma, após tratamento as águas pluviais coletadas podem ser destinadas a fins como rega de gramados e plantas ornamentais, descarga em bacias sanitárias, lavagem de veículos, limpeza de calçadas e ruas, usos industriais, espelhos d'água e limpeza de pátios. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2005)

De acordo com a mesma norma, as águas pluviais a serem aproveitadas devem seguir os seguintes parâmetros de qualidade:

Parâmetro	Frequência	Valor
Coliformes totais	Semestral	Ausência em 100 mL
Coliformes termotolerantes	Semestral	Ausência em 100 mL
Cloro residual livre	Mensal	0,5 a 3,0 mg/L
Turbidez	Mensal	<2,0 uT, para usos menos restritivos <5uT
pH	Mensal	6,0 a 8,0 upH

Tabela 2: Parâmetros de qualidade para aproveitamento de águas pluviais para fins não potáveis.

4. PROJETO ÁGUAS DE MARÇO E A IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMAS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DA CHUVA NA COMUNIDADE DO MORRO AZUL, NO RIO DE JANEIRO.

O consumo de água para abastecimento urbano e rural representa 10,6% do total de água consumida por ano. Ficando 82,8% a cargo da agricultura e pecuária e os 6,7% restantes em função da indústria. (AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS, 2013)

Segundo dados da Folha de São Paulo, no Brasil o consumo médio de água por pessoa era de 166,3 litros por dia, em 2013, sendo o Rio de Janeiro o estado onde há o consumo de água por indivíduo, 253 litros de água por habitante, ao dia. Estes dados são bastante alarmantes, considerando-se que o consumo médio recomendado pela Organização mundial da saúde é de 110 litros por dia. (FOLHA DE SÃO PAULO, 2017)

A tabela a seguir indica o consumo de água por habitante, ao dia, nos estados brasileiros:

Estado brasileiro	Consumo diário de água per capita(em litros)
Rio de Janeiro	253
Maranhão	231
Amapá	195
Espírito Santo	191
Distrito Federal	190
São Paulo	188
Rondônia	184
Mato Grosso	165
Minas Gerais	159
Amazonas	159
Santa Catarina	157
Pará	157
Mato Grosso do Sul	156
Rio Grande do Sul	152
Goiás	146
Acre	145
Paraná	144
Roraima	142
Paraíba	139
Piauí	135
Tocantins	133
Ceará	128
Sergipe	123
Rio Grande do Norte	115
Bahia	111
Pernambuco	105
Alagoas	100

Tabela 3: Distribuição do consumo de água potável nos estados brasileiros.(FOLHA DE SÃO PAULO, 2017)

Observando-se os dados acima apresentados, percebe-se a importância da redução individual do consumo de água diário.

De acordo com Anecchini (2005), cerca de 40% do consumo individual de água potável poderia ser substituído por uma água de origem menos nobres.

A tabela a seguir mostra o consumo de água potável que poderia ser substituída por águas pluviais.

Uso	Volume	Frequência
Vaso sanitário	6 a 7 L/ descarga	3 a 6 Descargas/hab/dia
Rega de jardins ou gramados	2 L/dia/m ²	8 a 12 lavagens/ mês
Lavagem de carro	80 a 150 L/lavagem/carro	1 a 4 lavagens/ mês

Tabela 4: Consumo de água potável passível de ser substituída por águas menos nobres – adaptado de Anecchini (2005), apud, Tomaz (2000).

Diante do acima exposto, surgiu o Coletivo intitulado “Rede Carioca de Captação de Águas da Chuva Água de Março”, formado inicialmente por um grupo de amigos atuantes em sistemas de permacultura, com o objetivo difundir tecnologias de captação de águas da chuva, por meio de oficinas, utilizando materiais de baixo custo. (ÁGUAS DE MARÇO, 2017)

A motivação para a criação do projeto é viabilizar o empoderamento carioca em relação a gestão de recursos hídricos, permitindo assim, a diminuição do consumo de água da rede de abastecimento (CEDAE) e a redução da utilização de água potável para fins onde a mesma não se faz necessária.

Motivados pelo interesse de promover transformação social em áreas carentes, uma parceria entre Coletivo Águas de Março, com a “FGV mais” (uma entidade ligada a Fundação Getúlio Vargas) e a AMBA (Associação de Moradores do Bairro azul – Morro Azul) foi criada, viabilizando assim, a implementação de sistemas de captação de águas da chuva na comunidade do Morro Azul. (FGVmais, 2017)

4.1 Projeto

Inicialmente, o projeto prevê a instalação de três cisternas na comunidade, com o objetivo de conscientizar os moradores da importância da preservação do recurso e, além disso, reduzir o consumo de água potável. (FGVmais, 2017)

No presente trabalho, será abordada a instalação da Cisterna para irrigação da área verde do parque, localizado na Rua Paulo Sexto, nº 62, Flamengo, entrada da comunidade do Morro Azul, que ocorreu no dia 15 de junho de 2017.

O processo de montagem da cisterna implementada no Morro Azul partiu do projeto desenvolvido por Edison Urbano, sendo ele um empreendedor social, impulsionado pelo desejo de desenvolver e disseminar o conhecimento voltado para a criação de sistemas sócio ambientais de baixo custo. Para tanto, Edison Urbano, inventou alguns sistemas sustentáveis, tais como aquecedores solares de PVC, fornos de PVC e o projeto de captação de água da chuva com a tecnologia de minicisterna. (URBANO, 2017)

O projeto de construção da minicisterna, o qual será brevemente explicado a seguir, é baseado no Manual de construção e Instalação da Tecnologia da Minicisterna para Residência Urbana, versão 1.2 (de dezembro de 2014), que tem Edson Urbano como desenvolvedor e pode ser encontrado no site do mesmo, o “Sempre sustentável”. Neste manual é possível encontrar todas as instruções necessárias para a implementação do Projeto da minicisterna.

O modelo mencionado consiste no aproveitamento da água da chuva que cai sobre a superfície de um telhado, escoando através de uma canaleta, desaguará no sistema projetado, conforme modelo global a seguir.

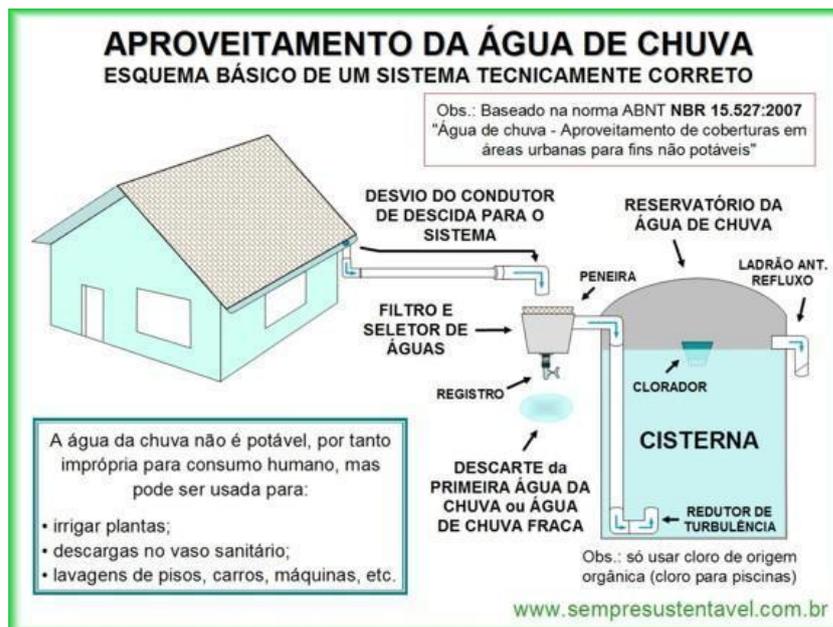


Figura 2: Esquema de captação de água da chuva (Imagem extraída de “Projeto de aproveitamento de água da chuva com a tecnologia da minicisterna para residência urbana” de Edison Urbano, site Sempres Sustentável)

Após passar pela canaleta, a água escoada é direcionada primeiramente para um filtro seletor de águas, que é responsável por evitar a contaminação da água com sujeiras grosseiras.

O filtro seletor pode ser construído, pela utilização de uma tela do tipo mosqueteiro, ou previamente comprado em lojas de materiais de construção especializada.

No guia escrito por Edison Urbano, estão disponíveis os passos para a construção do filtro, utilizando tubos de PVC e telas do tipo mosqueteiros, entretanto, no trabalho desenvolvido na comunidade do Morro azul, este foi adquirido já pronto para uso em casa de materiais de construção intitulada “Casa da Borracha”.



Figura 3: Filtro seletor de águas - usado no sistema de coleta de água da chuva na comunidade do Morro azul.

Após passar pelo filtro seletor de águas, a água deverá passar por um Separador de Águas de Chuva, cuja finalidade é descartar as primeiras águas da chuva, garantindo que a água coletada seja de melhor qualidade. O Separador de águas da chuva também serve para descartar a água proveniente de chuvas fracas, pois estas seriam muito carregadas de sujeiras indesejáveis, visto que sua vazão não seria o suficiente para limpar a atmosfera, telhado, calhas e tubulações.

O esquema a seguir mostra o funcionamento do separador de águas da chuva.

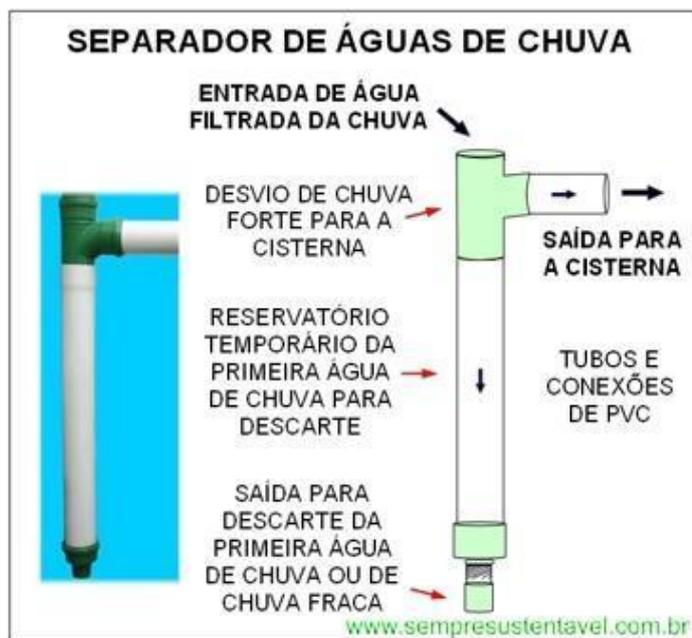


Figura 4: Imagem esquemática do Separador de águas da chuva (Imagem extraída de “Projeto de aproveitamento de água da chuva com a tecnologia da minicisterna para residência urbana” de Edison Urbano, site Sempres Sustentável).

Como pode ser observado, este consiste em uma conexão em forma de “T” onde no topo está a entrada da água da chuva, após passar pelo Filtro Seletor de águas. O encaixe da parte de baixo da conexão é feito com um tubo de PVC, cujo tamanho e diâmetro dependerão da quantidade de água a qual deseja-se descartar, sendo esta porção do separador denominada Reservatório Temporário da Primeira Água da Chuva. Por fim, a extremidade a direita da imagem direciona a água para a cisterna.

A forma como o sistema é montado, permite que, antes da água ser direcionada para a minicisterna, esta precise encher o Separador de Águas da chuva, pois este seria o caminho preferencial, dada a diagramação do projeto. Como a conexão inferior ao tubo Tê, tem acoplado a sua extremidade de baixo uma tampa com um pequeno furo, caso a chuva seja fraca, esta será totalmente descartada, pois não terá volume suficiente para encher o Reservatório Temporário da Primeira Água da Chuva. Já para chuvas fortes, o furo localizado na tampa não será suficiente para escoar toda a água que entrará no sistema, e deste modo, após encher o Reservatório temporário, a água transbordará para a cisterna, permitindo, então que a água coletada para uso seja de melhor qualidade.

Após enchimento do Reservatório Temporário de Primeiras Águas, a água será encaminhada para cisterna, conforme a sistemática que pode ser observada na figura a seguir.

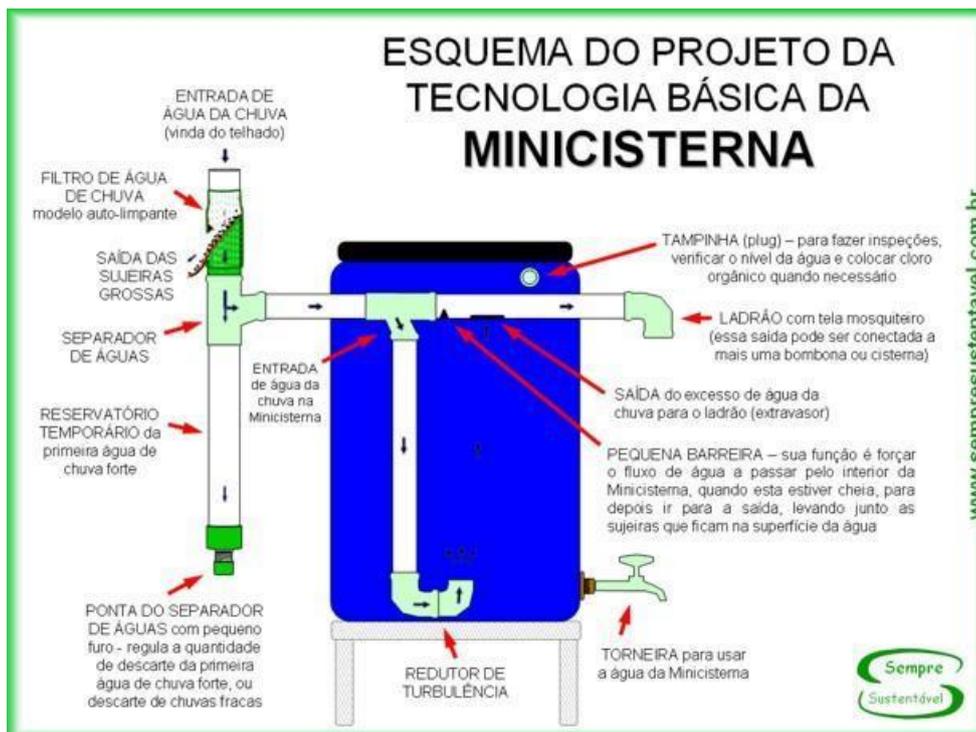


Figura 5: Imagem do Esquema do projeto, tendo um corte para possibilitar a visualização do interior da minicisterna (Imagem extraída de “Projeto de aproveitamento de água da chuva com a tecnologia da minicisterna para residência urbana” de Edison Urbano, site Sempre sustentável).

Ao avaliar a imagem acima, nota-se que a água é direcionada para a minicisterna, após transbordo do Reservatório Temporário das Primeiras águas, e então guiado por um trecho de tubo de PVC que corta a cisterna passando, então, por uma conexão em forma de “Y”, onde escoo por um trecho de tubulação PVC passando, por fim, por dois joelhos acoplados.

Essa diagramação em formato de “J” é utilizado para diminuir o impacto com que a água cairá dentro da minicisterna, sendo este sistema denominado Redutor de Turbulência, este tem a função de evitar a ressuspensão do material particulado sedimentado no fundo da minicisterna, carregado junto a água da chuva e que por ventura possa ter passado pelo Filtro de Água da chuva, devido ao diâmetro deste ser inferior ao que a tela contida no filtro é capaz de reter.

A segunda extremidade do tubo em forma de “Y” (sentido horizontal) é ligada a um outro trecho de tubo PVC, que também atravessa a minicisterna. Este possui um corte paralelo ao nível da água, que tem por objetivo extravasar o excesso de água contida na minicisterna.

Ao atingir o nível do Extravasor, a água seguirá pelo tubo, em direção ao “Ladrão”, cuja diagramação dependerá das dimensões do sistema, mas tem por objetivo encaminhar a água excedente a uma canaleta.

Na saída do “Ladrão” uma tela do tipo mosquiteiro é instalada, para evitar que insetos acessem o interior da minicisterna.

A última conexão do projeto da minicisterna consiste no encaixe de uma torneira posicionada próxima ao fundo da minicisterna, por onde a água poderá ser coletada para os fins os quais esta se destina.

Um ponto importante do projeto é atentar para que a minicisterna esteja sempre fechada, para evitar contaminação com a sujeira ambiente e também que insetos acessem a mesma.

Outro cuidado que deve ser tomado é a adição de Cloro para fazer a desinfecção da água coletada, evitando, então, que microorganismos patogênicos se proliferem no meio. Além disso, a minicisterna deve ser higienizada, sempre que necessário, e principalmente, a ponta inferior do Separador de Primeiras águas, deve ser periodicamente verificada, pois como há apenas um furo ao fundo deste, há uma grande probabilidade de o orifício entupir, atrapalhando desta forma, a sistemática do projeto.

4.2 Implementação do projeto da minicisterna na comunidade do Morro Azul em 15/06/2017

Materiais e Metodologia de implementação do sistema

- Caixa d'água de 500L
- 2 tubulações de PVC de 100mm x 10m ;
- 7 Joelhos 90° de 100mm de diâmetro;
- 6 joelhos 45° de 100 mm de diâmetro;
- 6 junções Tê de 100mm diâmetro;
- 8 Luvas de 100mm de diâmetro;
- 1 CAP de 100mm de diâmetro;
- 1 Torneira;

- Uma junta Tê 100mm acoplado a uma tela (formando um filtro);
- Serrote;
- Inchada;
- Serra corta copo de 38mm;
- Folha de lixa;
- Lima redonda;
- Extensão;
- Cola de PVC;
- Jogo de Brocas.

4.2.1 Etapas do processo

A primeira etapa do projeto consistiu no planejamento dos pontos de implementação do sistema de captação de água da chuva e posterior compra do material, conduzido pela equipe do Águas de Março e FGV mais.

Para o evento ocorrido no dia 17 de junho de 2017, o telhado utilizado para montagem do sistema foi cedido por um conjunto de lojas atuantes na região.



Figura 6: Vista frontal da área de implementação da cisterna e do local onde a água será utilizada.

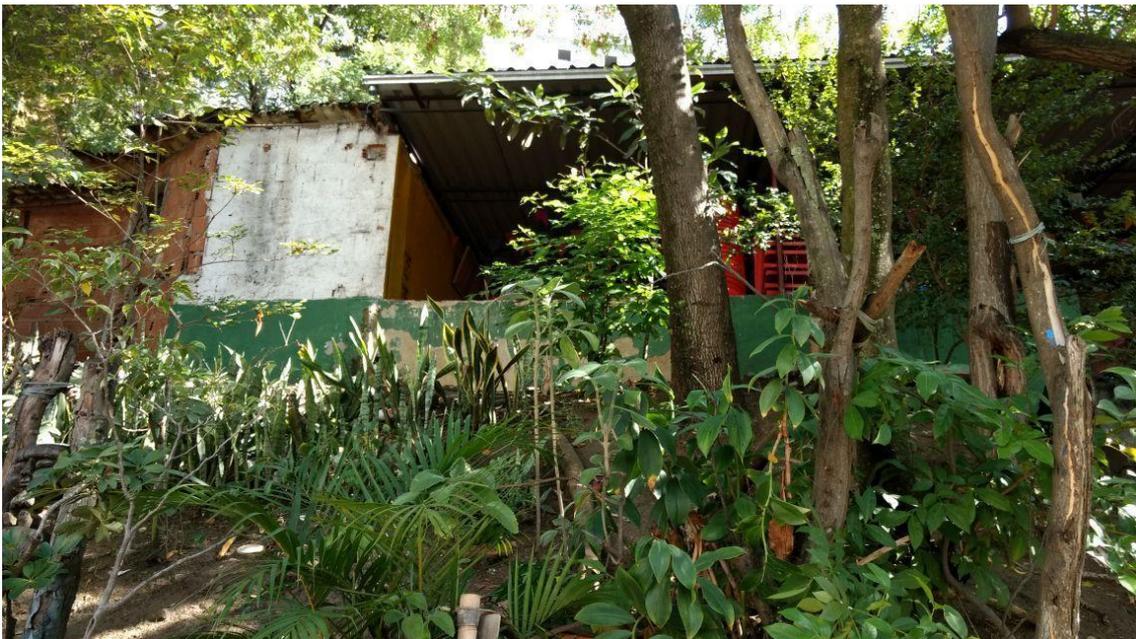


Figura 7:Local de implementação da cisterna do dia 15/04/2017.

Sendo que a escolha do local se deu devido a necessidade de rega de plantas ornamentais existentes na praça local, próxima ao conjunto de lojas. Esta praça é utilizada para recreação e eventos da comunidade.



Figura 8:Praça onde a água captada será utilizada.



Figura 9: Local de utilização da água captada.

Uma vez que já havia uma tubulação de escoamento de água instalada na calha do telhado utilizado no projeto, a escolha do uso de tubulações e conexões com diâmetro de 100mm se deu devido a possibilidade de aproveitamento desta.

Antes do evento, o telhado foi inspecionado e sofreu uma limpeza, para remoção de sujeiras, como folhas grandes de árvores, presentes no mesmo, visto que a região onde o projeto foi implantado é bastante arborizada.

No dia da implementação do sistema, anteriormente ao início da construção da cisterna, houve discussão teórica a respeito da crise hídrica, distribuição do consumo de água, conceitos sobre reuso de água e introdução ao sistema de captação de águas da chuva que seria, posteriormente, aplicado. Sendo a discussão coordenada por Sr. Luis Brito, membro do coletivo Águas de março.

A discussão teórica objetivou, principalmente a sensibilização quanto a necessidade de um adequado gerenciamento dos recursos hídricos.

Em seguida, a equipe de alunos e membros da “águas de março” e da “FGVmais” participou da implementação do sistema de captação de águas da chuva.

Sendo a primeira tarefa do dia a projeção do Reservatório Temporário de Primeiras águas.

Decidiu-se que este seria projetado para ter a capacidade de reter 0,5 mm de água da chuva, considerando-se a disponibilidade de recursos captados para o projeto e melhor aproveitamento do material.

Desta forma, as dimensões do Reservatório foram calculadas da seguinte forma:

Sabendo-se que a área de captação do telhado é de 80m^2 , tem-se:

➤ **Cálculo do volume de água da chuva a ser descartado:**

Descarte = área de captação x quantidade de água da chuva que se deseja descarta

$$\text{Descarte} = 80 \text{ m}^2 * 0,5 \text{ mm} = 40\text{dm}^3$$

➤ **Cálculo do comprimento total do Reservatório:**

Volume retido = área da base do tubo de PVC * C, onde C = Comprimento total do reservatório

$$\text{Volume retido} = (\text{raio do tubo de PVC})^2 * \pi * C$$

$$40 \text{ dm}^3 = (50\text{mm})^2 * \pi * C$$

$$C = 509 \text{ cm}$$

Considerando-se que o comprimento do reservatório seria demasiadamente grande para o espaço disponível se colocado inteiro, na vertical, o mesmo foi montado, conforme mostra imagem abaixo, a fim de melhor aproveitar o espaço disponível.

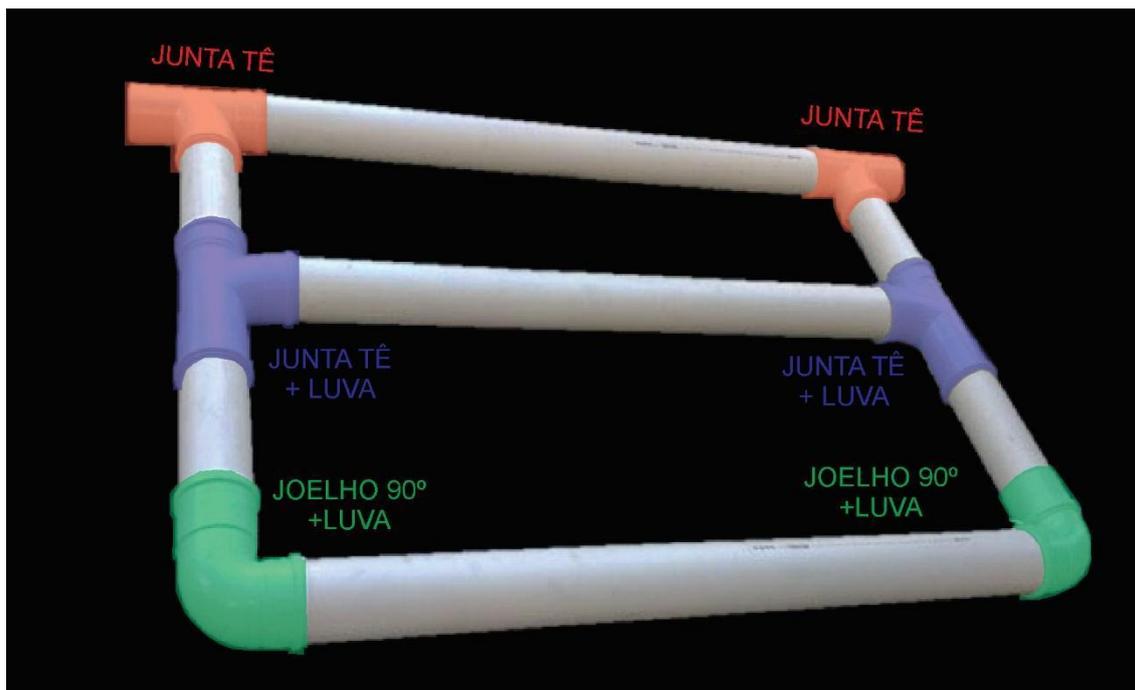


Figura 10: Montagem do reservatório temporário de água da chuva.

Com base nos cálculos demonstrados anteriormente, optou-se por cortar a tubulação de PVC, a fim de obter-se 3 frações de 130 cm e 4 frações de 30 cm, totalizando, assim os 510 cm necessários para descartar 0,5mm de água da chuva.

Como pode ser observado na imagem acima, a montagem do sistema seguiu da seguinte maneira:

A fim de conectar as peças de 130 cm às peças de 30cm, localizada na parte inferior da figura, foram usados dois joelhos de 90°, sendo cada um deles acrescidos de uma luva. Enquanto a fração de 130 cm, localizada na parte central da imagem, foi acoplada ao conjunto por meio de duas juntas Tê, sendo cada uma delas acrescida de uma luva. Na sequência, as duas frações de 30 cm foram unidas ao conjunto e por fim, a fração de 130 cm, localizada na parte superior da imagem, conectada ao todo por meio de duas juntas Tê.

A última etapa da montagem do sistema do Reservatório temporário, se deu pela inserção de um CAP de 100 mm dotado de uma tampinha de garrafa PET de Mate, com um furinho em sua base.

Para isso, o CAP foi cortado, com o auxílio de uma serra corta copo de 38mm, a escolha do diâmetro da serra foi feita, tendo em vista que o corte deveria ser menor do que o diâmetro da tampa em questão, para evitar vazamentos. Em seguida, para

aumentar o diâmetro do orifício, usou-se uma lima redonda. O ajuste fino foi feito com o auxílio de uma folha de lixa.



Figura 11: Ajuste do diâmetro do CAP para inserção de sistema autolimpante.

Paralelamente, a rosca da tampa da garrafa PET foi cortada, com o auxílio de um serrote, e em sua tampa foi feito um pequeno furo, com o auxílio de uma broca de 2,5 mm.

Em seguida, a tampa com a rosca foi encaixada no orifício do CAP e usou-se cola de PVC, para evitar vazamentos.



Figura 12: Montagem do sistema autolimpante.

Esse sistema foi projetado para que haja uma forma de limpeza fácil no Reservatório Temporário de Águas. Desta maneira, pode-se desenroscar a tampa, permitindo tanto a limpeza do furo, responsável pelo esvaziamento do reservatório, quanto do CAP.

Tendo em vista o espaço disponível no local, foram determinadas as demais dimensões do sistema da seguinte maneira:

- Desvio do condutor de descida da calha até o filtro seletor de águas: 130cm;
- Trecho de conexão entre o filtro seletor de águas e o Reservatório temporário de primeiras águas: 15 cm;

- Trecho que liga o Reservatório Temporário de Primeiras Águas à caixa d'água: 155 cm;
- Trecho que atravessa a caixa d'água, ligando o trecho correspondente ao item anterior e o sistema de redutor de turbulência: 66 cm;
- Trecho que liga o Redutor de turbulência à saída para o “ladrão”: 86cm;
- Trecho correspondente ao Redutor de Turbulência: 33cm;
- Tubulação que direciona a água extravasada para a canaleta: Um trecho de 85 cm e um segundo de 70 cm.

Ao final do processo de determinação das dimensões do projeto, parte da equipe presente no local ficou responsável por efetuar os cortes necessários nas tubulações, enquanto a outra parte da equipe ficou responsável por efetuar uma limpeza do local, retirando materiais como guimba de cigarro, plásticos, garrafas e latinhas.

Em seguida, o local utilizado para implementação da caixa d'água foi nivelado, com o auxílio da enxada, para melhor acomodação da caixa d'água.

A partir de então, deu-se a montagem do sistema de captação de água da chuva. Desta forma, a tubulação já existente foi aproveitada prendendo-se esta, com o auxílio de braçadeiras, um Joelho de 45°, e a este último, uma tubulação de PVC (medindo 130 cm,) seguindo em direção a parede do conjunto de lojas.

Na sequência, foi acoplado um segundo joelho de 45° na segunda extremidade do tubo, como objetivo de ligá-lo ao Filtro Separador de águas. Abaixo deste, é utilizado um tubo de PVC (de 15 cm) dando início ao sistema do Reservatório temporário de primeiras águas. Sendo este composto por uma sequência de duas junções Tê, sendo a superior responsável por direcionar a água para o trecho de tubulação que guia a água da chuva até a entrada da caixa d'água (após o transbordo do Reservatório temporário de primeiras águas), enquanto a segunda junção Tê é responsável por conduzir as primeiras águas, que serão descartadas, para o Reservatório temporário de primeiras águas.

A imagem abaixo mostra a sistemática do projeto explicada acima.



Figura 13: Início do sistema de captação de água.

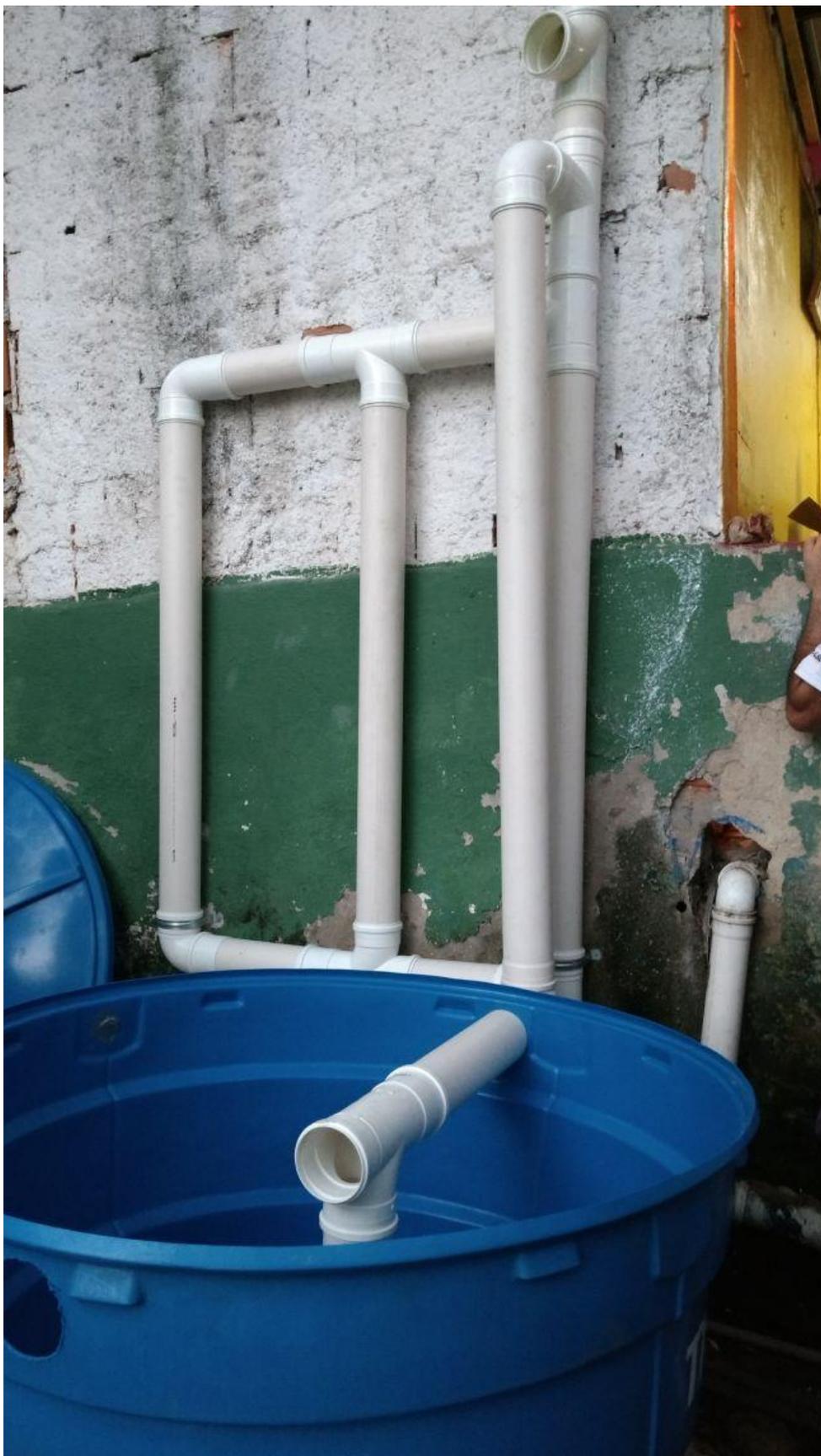


Figura 14: Sistemática de montagem da cisterna.

Ao encher totalmente o Reservatório temporário de primeiras águas, a água da chuva seguirá a tubulação que a guia em direção a caixa d'água, passando, então por um joelho de 90° que conduz a tubulação à entrada da caixa d'água, na sequência passa por um trecho (de 66 cm) de Tubulação de PVC até atingir a junção Tê que compõe o redutor de turbulência.

Após passar pela Junção Tê, a água escoará por um trecho (de 33 cm), posicionado na vertical e por fim, pela parte final do redutor de turbulência, que consiste em dois joelhos de 90° unidos.

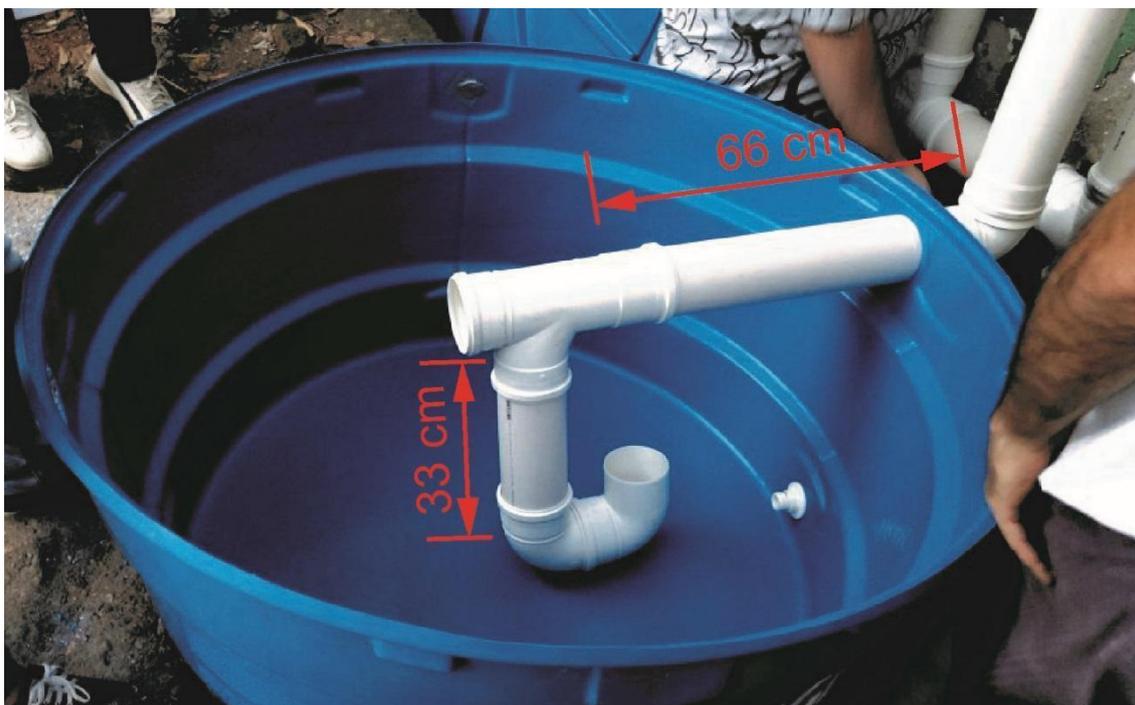


Figura 15: Vista superior da caixa d'água, indicando a montagem do redutor de turbulência.

Ao atingir o limite da capacidade de armazenamento, a água, ao tocar a tubulação horizontal existente no interior da caixa d'água, será conduzida à saída do sistema por um segundo trecho (de 66 cm), acoplado a segunda extremidade da junção Tê pertencente ao redutor de turbulência.

Isto se dará devido a um corte (feito com o auxílio da serra corta copo de 38mm) nesta tubulação posicionado paralelamente ao nível da água. Por fim, a água sobressalente será encaminhada pelo trecho de tubulação restante, até encontrar uma joelhos de 45° unidos por uma luva.

Por fim a água é guiada até uma canaleta por um trecho de tubulação (de 85 cm) adicionada a um joelho de 45° dotado de uma luva e um segundo trecho de (70 cm)

ligado a um joelho de 90°, que possui em sua extremidade uma tela do tipo mosquiteiro, para evitar a entrada de insetos na minicisterna.



Figura 16: Desvio do transbordo para a canaleta.

Os cortes feitos na caixa d'água para viabilizar a entrada dos tubos de PVC na mesma, foram feitos com o auxílio de uma furadeira. Inicialmente, a área a ser cortada foi demarcada, e em seguida foram feitos furos na superfície do material, de modo a desenhar um círculo, como mostra a imagem a seguir:



Figura 17: Efetuação de cortes na caixa d'água, para entrada de tubulação.

Depois que os furos foram realizados, por toda a extensão necessária, os pontos de corte foram ligados, passando-se a furadeira pelo mesmo.

Com o intuito de alargar o orifício para que o cano de PVC possa ser inserido, no sistema, usou-se uma lima redonda, e por fim, para garantir o acabamento do trabalho, usou-se uma folha de lixa, para retirar as rebarbas.

A última etapa do projeto consistiu na instalação da torneira na parte inferior da caixa d'água. Para isso, foi realizado um furo na mesma, com o auxílio da Serra Corta Copo, para permitir a entrada da torneira. Após realização do corte, o diâmetro do orifício foi ajustado por meio do uso da folha de lixa.

Ao atingir o diâmetro adequado, a torneira foi acoplada ao sistema e para garantir que a vedação seria apropriada, usou-se cola de PVC, viabilizando a incoerência de vazamentos no sistema.



Figura 18: Vista lateral do projeto

5. METODOLOGIA

5.1 Amostragem:

O processo de coleta de água da minicisterna foi baseado no procedimento de coleta de águas em residências, contido no Manual Prático de Análise de Água, desenvolvido pela FUNASA.

Inicialmente, a torneira foi higienizada usando-se um algodão com álcool. Em seguida, a torneira foi aberta durante o período de 2 minutos, então, a água foi coletada em dois frascos. O primeiro frasco consistia em um tubo de 50 mL, devidamente esterilizado, a amostra coletada nele foi usada para determinação de pH, Cloro residual livre e condutividade. O segundo frasco de coleta consiste em uma bolsa de plástico estéril *Nasco Whirl-Pak* de 100 mL com Tiosulfato de sódio. A bolsa foi enchida até a sua marcação superior, e em seguida vedada. A amostra coletada neste último foi utilizada para determinação de coliformes totais e coliformes termotolerantes.

As amostras foram então lacradas devidamente identificadas e acondicionadas em uma caixa de isopor com gelo e imediatamente encaminhadas para análise.

Nota: A torneira não foi flambada, como o manual sugere, pois a mesma é feita de plástico.

5.2 Determinações:

A escolha das determinações que, serão descritas a seguir, foram feitas com base nos parâmetros da ABNT NBR 15527, onde constam os parâmetros de qualidade para águas da chuva coletadas para fins não potáveis.

Além disso, fez-se também a determinação de Condutividade, com o objetivo de comparar os resultados obtidos através das análises, com aqueles encontrados na literatura, para a água da rede de abastecimento, com o intuito de averiguar se há diferenças significativas entre as duas.

5.2.1 Determinação de pH

Para a determinação do pH utilizou-se o pHmetro 827 pH lab da Metrohn. Antes do início da determinação do potencial hidrogeniônico, o equipamento foi calibrado com as soluções tampão de pH = 4, pH = 7 e pH = 10.

Ao final da calibração, as medidas de pH foram tomadas, introduzindo-se o eletrodo, devidamente higienizado, na amostra e aguardando até a estabilização da leitura.

5.2.2 Determinação de Coliformes totais e fecais

As Determinações de Coliformes fecais e totais foram realizadas utilizando-se o reagente Colilert.

A amostra coletada no recipiente *Nasco* Whirl-Pak de 100 mL, inicialmente acondicionada em um recipiente com gelo, foi removida do mesmo, ao chegar ao laboratório LAQAN, onde foi realizado o teste.

Assim que a temperatura da amostra entrou em equilíbrio com a temperatura ambiente, o reagente Colilert foi adicionado a esta. Desta forma, o recipiente foi, novamente vedado e agitado.

Em seguida, a amostra foi prontamente acondicionada em estufa incubadora Quimis, à temperatura de 35 (+/- 0,5) °C, onde permaneceu pelo período de 24 horas.

O teste mencionado para determinação de coliformes totais se baseia na tecnologia do substrato definido (DST). Caso haja presença de coliformes na amostra, este teste utilizará o Orto-nitrofenil- β -D-galactopiranosídeo (ONPG), componente do Colilert como substrato. Ao passo que a cultura se desenvolve, o ONPG é metabolizado pela enzima β -galactosidase, proveniente dos coliformes.

Desta forma, ao ocorrer o sistema de encaixe “chave-fechadura”, o ONPG é hidrolizado gerando o o-nitrofenol que é observado pela mudança da coloração da solução, inicialmente incolor, para amarela. O resultado é considerado negativo, caso não ocorra alteração na coloração da solução, indicando assim, ausência de β -galactosidase, e conseqüentemente de coliformes.

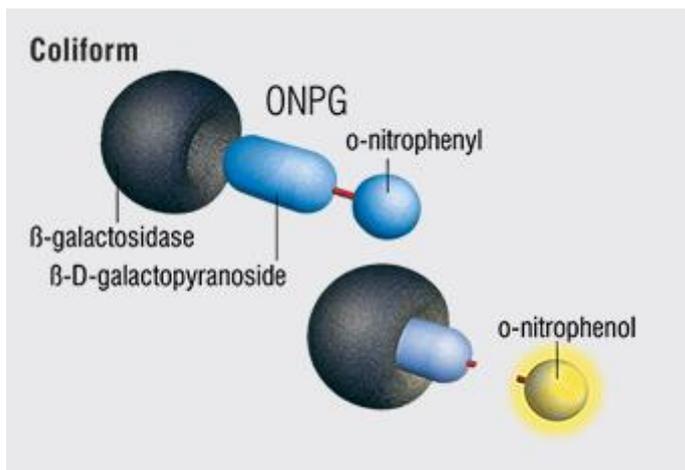


Figura 19: Esquema de reação enzimática para determinação de coliformes totais (INDEXX,2017)

A determinação da presença de coliformes fecais é feita através do teste de identificação de *E. coli*, bactéria presente no trato intestinal de humanos e animais de sangue quente.

Como o reagente Colilert possui também o substrato 4-metilumbeliferil- β-D-glucoronídeo (MUG), sendo este específico para *E. coli*, havendo contaminação da amostra com *E. coli*, esta utilizará sua enzima β-glucuronidase para metabolizar o substrato.

Assim como no caso da determinação de coliformes totais, uma vez que a enzima, através do seu sítio ativo, liga-se ao substrato, esta catalisará a hidrólise do MUG, gerando assim, a 4-metilumbeliferona, que é fluorescente à luz ultravioleta.

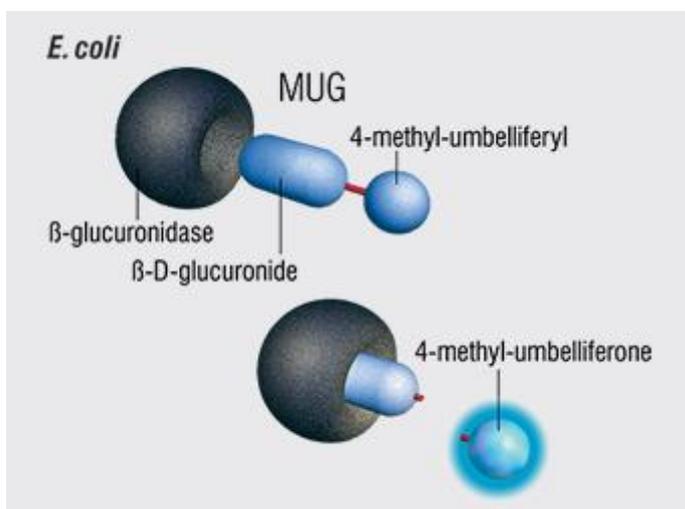


Figura 20: Esquema de reação enzimática para determinação de E-coli (INDEXX, 2017).

5.2.3 Determinação de Condutividade

Para determinar a condutividade das amostras utilizou-se um condutivímetro da marca Metrohm, modelo 900 Touch Control.

O mesmo foi calibrado com solução padrão de 100 uS/cm.

5.2.4 Determinação de Turbidez

Para determinação de turbidez utilizou-se turbidímetro da marca DEL LAB, modelo DLT-WV.

Antes do início das análises, o turbidímetro foi calibrado com as seguintes soluções padrão:

- Menor do que 10 NTU;
- 10 NTU;
- 100 NTU;
- 800 NTU.

Ao final da calibração, as medidas de turbidez foram tomadas, introduzindo-se a cubeta, contendo a amostra no compartimento do turbidímetro e aguardando-o efetuar a leitura.

A determinação pode ser feita devido a um feixe de luz que atravessa a cubeta, quanto maior a concentração de partículas na suspensão, maior será o espalhamento de luz. Desta forma, uma vez o equipamento calibrado pode-se inferir o resultado da amostra problema.

5.2.5 Determinação de Cloro residual livre

A determinação de cloro livre é feita com o auxílio de um espectrofotômetro UV-VIS. Para as determinações feitas no presente trabalho, utilizou-se o Espectrofotômetro da marca Thermo Scientific, modelo Genesys 10 S UV-VIS.

Para tornar a análise possível, reservou-se em um tubo de ensaio, 5 mL da amostra problema, em seguida, adicionou-se 3 gotas do reagente cloridrato de ortotoluidina 0,1%.

A amostra foi, então, agitada, e transferida para uma cubeta de quartzo. Em seguida, a leitura foi feita utilizando-se o método “Cloro residual”, já cadastrado no aparelho, cujo comprimento de onda para leitura é feito em 420nm.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Determinação de Coliformes totais		
Data da coleta	Hora da coleta	Resultado
23/08/2017	10:20	Presente
04/09/2017	10:03	Presente

Tabela 5: Resultados para Determinação de coliformes totais.

Determinação de Coliformes Fecais		
Data da coleta	Hora da coleta	Resultado
23/08/2017	10:20	Presente
04/09/2017	10:03	Presente

Tabela 6: Resultados para Determinação de coliformes fecais

Determinação de pH			
Data da coleta	Hora da coleta	Slope	Resultado
23/08/2017	10:20	90,66	7,53
04/09/2017	10:03	93,23	7,63

Tabela 7: Resultados para Determinação de pH.

Determinação de condutividade		
Data da coleta	Hora da coleta	Resultado ($\mu\text{S/cm}$)
23/08/2017	10:20	55,32
04/09/2017	10:03	14,27

Tabela 8: Resultados para Determinação de condutividade.

Determinação da concentração de cloro residual livre		
Data da coleta	Hora da coleta	Resultado (ppm)
23/08/2017	10:20	0,086
04/09/2017	10:03	0,123

Tabela 9: Resultados para Determinação de cloro residual livre..

Determinação da turbidez		
Data da coleta	Hora da coleta	Resultado (NTU)
23/08/2017	10:20	4,82
04/09/2017	10:03	5,01

Tabela 10: Resultados para Determinação de turbidez.

Com base nos resultados obtidos, observa-se que o pH encontra-se dentro dos parâmetros de especificação como sugere a ABNT NBR 15527, deve estar entre 6,0 e 8,0.

Já os resultados de turbidez, encontram-se no limite da especificação, considerando-se o erro do método, para águas usadas com finalidades menos nobres. Este resultado indica que há uma grande concentração de sólidos suspensos presente nas amostras coletadas, o que pode ser minimizado descartando-se um volume maior do que 0,5mm de chuva, e utilizando-se uma tela com menor porosidade no filtro seletor de águas.

A condutividade da água apresentou resultados relativamente baixos, se comparados ao esperado para amostras da rede de abastecimento (entre 50 e 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ de acordo com Hanna Instruments (2017)), considerando-se que esta possui essa margem devido a contato com as tubulações e com o telhado.

Os baixos valores de concentração de cloro residual livre indicam a não cloração da água captada pela cisterna. Esta suspeita se confirmou ao entrar em contato com o responsável pela utilização da água coletada. Uma vez que a água não está sendo clorada, pode-se justificar os resultados encontrados para coliformes totais e coliformes termotolerantes.

Como dito anteriormente, a cloração da água é uma importante forma de tratamento da mesma, devido ao combate a proliferação de microorganismos patogênicos, como por exemplo a e-coli.

Ainda que a água seja utilizada para fins menos nobres, como neste caso, rega de plantas ornamentais, o contato com a água contaminada, e a não posterior higienização das mãos, podem colaborar para o surgimento de doenças nos indivíduos que as manipulam.

7. CONCLUSÕES

Com base nos estudos apresentados, conclui-se que a utilização de sistemas de captação de água da chuva apresentam-se como uma alternativa à diminuição do consumo de água potável para fins os quais esta não se faz necessária. Sendo, desta forma uma ferramenta sustentável, que ao passo que diminui a pressão de consumo sobre a rede de abastecimento, corrobora para o empoderamento do indivíduo quanto a gestão dos custos.

Desta maneira, iniciativas como a descrita ao longo do trabalho possuem grande relevância, visto o volume de água potável passível de ser economizada em atividades simples e que não necessitam de uma água com a qualidade fornecida pela rede de abastecimento, como uso em descargas sanitárias e rega de plantas.

Observando-se os dados de análise apresentados, nota-se a necessidade da desinfecção da água coletada, uma vez que esta apresentou presença de coliformes totais bem como e-coli. O que pode ser feito pela adição de agentes clorados como o hipoclorito de sódio, hipoclorito de cálcio e a cal clorada. Estes materiais são de fácil acesso, tanto pelo custo relativamente baixo, quanto pela disponibilidade no mercado.

Apesar do pH encontrar-se dentro dos parâmetros exigidos, a acidificação da mesma apresenta-se como uma atitude importante antes de iniciar-se a cloração da água, uma vez que o agente desinfetante tem ação mais eficaz a faixas de pH mais baixas, fato este que será melhor explicado no tópico relacionado a sugestões e trabalhos futuros.

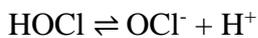
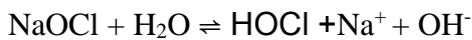
Por fim, mostra-se interessante a utilização de uma tela de cujos poros sejam mais fechado, o que reduzirá a passagem de sólidos para a caixa d'água, reduzindo então a turbidez da água captada.

8. SUGESTÕES E TRABALHOS FUTUROS

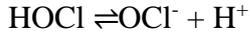
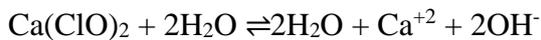
Como dito anteriormente, a desinfecção da água mostra-se como um ponto de melhoria do processo, visto que este inativa microorganismos patogênicos, além de atuar na oxidação da matéria-orgânica, que é o substrato necessário para a proliferação destes microorganismos.

A seguir pode-se observar a reação dos agentes clorados mencionados anteriormente:

Hipoclorito de sódio:



Hipoclorito de Cálcio



Como pode-se observar acima, em meio aquoso tanto o Hipoclorito de sódio, quanto o Hipoclorito de cálcio se dissociam formando o agente desinfetante, o Ácido Hipocloroso (HOCl), entretanto, se dissocia formando o íon hipoclorito (OCl⁻), sendo esta dissociação dependente do pH.

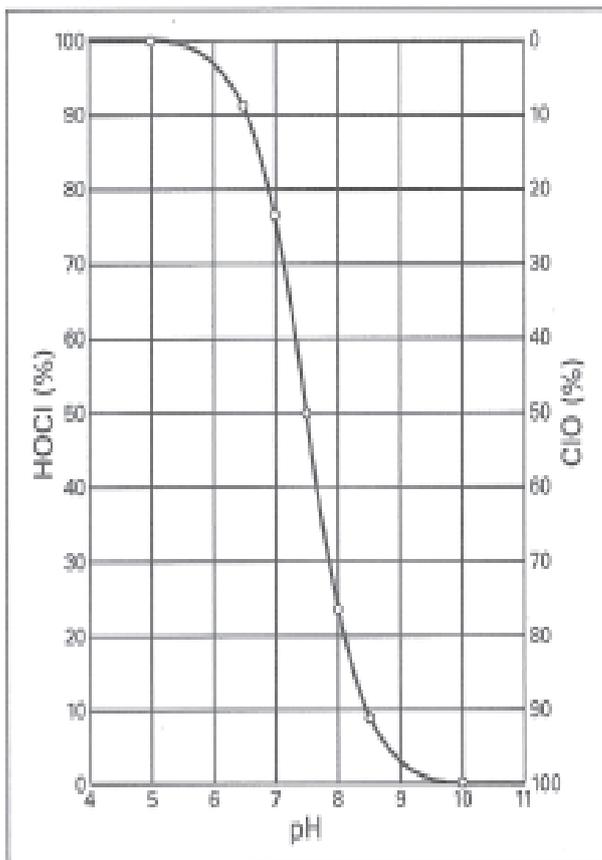


Figura 21: Gráfico de dissociação do HOCl.

Como pode ser observado no gráfico acima, quanto maior o pH, maior será a dissociação, por este motivo o ideal é que o pH da água seja ajustado para valores, de preferência, menores do que 7, antes da dosagem do agente clorado.

No presente momento, não é possível definir-se qual seria a dosagem ideal de agente clorado para tratamento da água em questão, visto que, como a água captada é de origem pluviométrica, passado por um telhado instalado em local arborizado, onde pode, eventualmente haver movimentação de aves, há uma grande probabilidade da água coletada possuir uma considerável concentração de matéria orgânica.

Sabendo-se que o cloro, em contato com a matéria orgânica e inorgânica as oxidará, é importante mensurar a concentração de matéria orgânica, visto que a medida de cloro residual livre é feita com base na concentração do ácido hipocloroso em conjunto com o íon hipoclorito.

A determinação da concentração de matéria orgânica no meio pode ser feita por meio de análises de DQO (Demanda Química de Oxigênio). Sendo esta avaliação uma sugestão para trabalhos futuros.

Outro ponto de melhoria do sistema, consiste na identificação visual de que a água presente no sistema não deve ser usada para consumo. Esta identificação pode ser feita por meio de imagens, visto que a caixa d'água usada no sistema está localizada no solo, em uma região de fácil acesso, onde pode haver passagem de população de rua.

Além disso, sugere-se a avaliação de implementação de uma grade na calha utilizada para direcionamento da água ao sistema, visto que, materiais como folhas grandes podem vir a atrapalhar a passagem de água pela tubulação.

Por fim, sugere-se que seja feito um estudo do volume mensal de água potável economizado, considerando-se o número de regas e o volume médio gasto em cada uma delas, para que, com isso, se possa avaliar a economia mensal gerada após emprego do sistema, com base no valor estipulado pela rede de abastecimento de água.

9. ANEXOS

9.1 Anexo 1

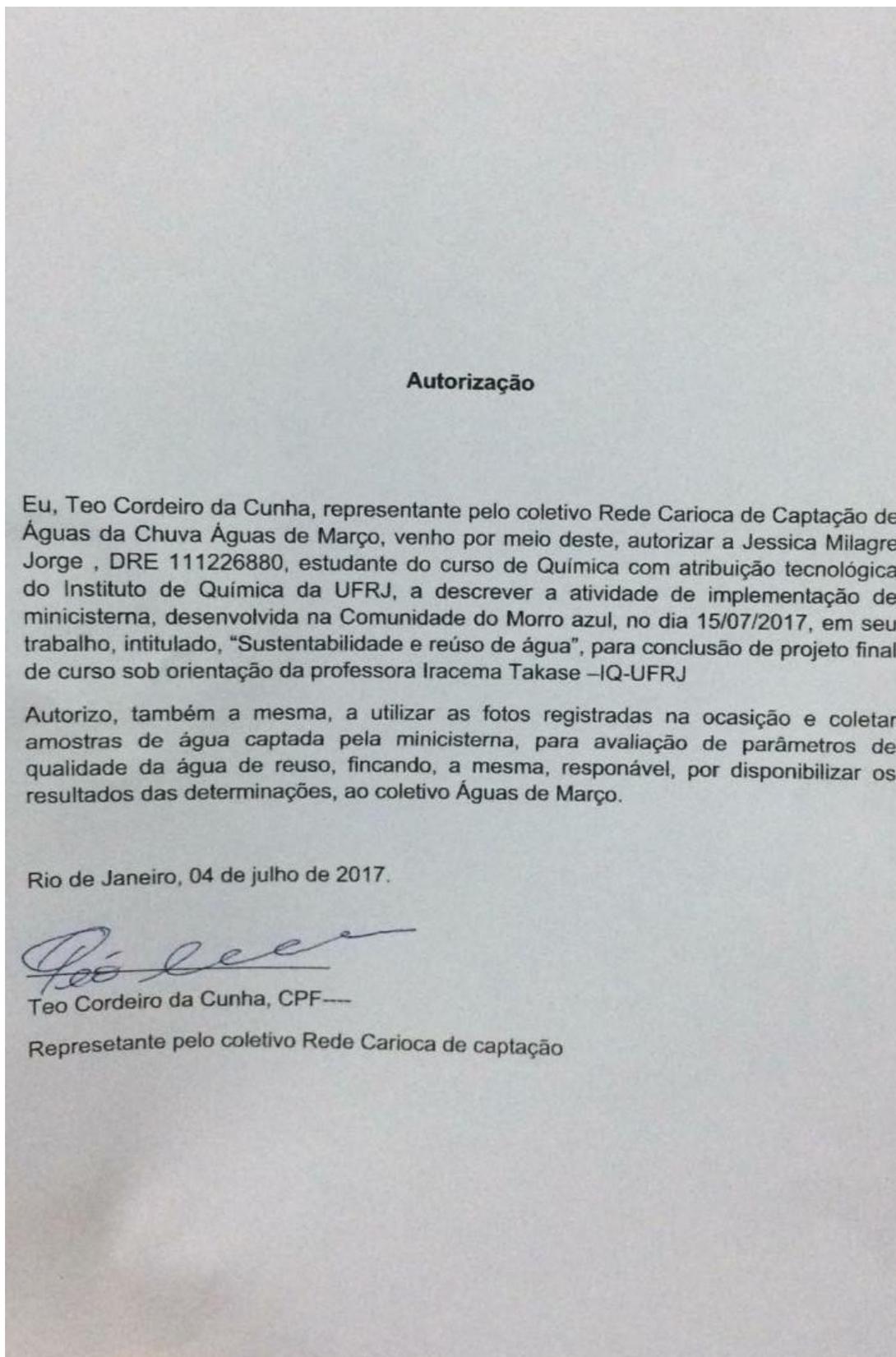


Figura 22: Autorização assinada por Teo Cordeiro da Cunha, um dos idealizadores do projeto Águas de Março.

9.2 Anexo 2:

○ Anexo 2 trata-se do Manual de Construção e Instalação do projeto experimental de aproveitamento de água da chuva com a tecnologia da minicisterna para residência urbana , desenvolvido por Edson Urbano.

Que encontra-se na forma de um documentoem PDF a parte, devido a sua extensão.

1. BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15527**: água de chuva: aproveitamento em áreas urbanas para fins não potáveis: requisitos. Rio de Janeiro, 2007.

ANNECCHINI, K. P. V.; Aproveitamento da água da chuva para fins não potáveis na cidade de Vitória (ES). 2005. 150f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2005.

BARBOSA, Gisele Silva. O desafio do desenvolvimento sustentável. **Revista Visões**, v. 4, n. 1, p. 1-11, 2008

BRASIL MINERAL, Medidas para reduzir o consumo de água. Disponível em: <<http://www.brasilmineral.com.br/noticias/medidas-para-reduzir-consumo-de-%C3%A1gua>>. Acesso em 19 de setembro de 2017.

FACEBOOK, Águas de Março. Disponível em: <<https://www.facebook.com/aguasdemarcorio/>>. Acesso em 17 de junho de 2017.

FGV MAIS, FGV mais – Quem somos. Disponível em: <<https://www.fgvmais.com/quem-somos>>. Acesso em 18 de junho de 2017.

FGV MAIS, FGV Mais – Atuação – Disponível em: <<https://www.fgvmais.com/atuacao>>. Acesso em 18 de junho de 2017.

FUNASA. Manual de cloração de água em pequenas comunidades – Utilizando o clorador simplificado desenvolvido pela FUNASA. Fundação Nacional de Saúde, Brasília, 2014.

FUNASA. Manual Prático de Análise de Água. Ministério da Saúde Fundação Nacional da Saúde. Brasília, 2009.

GAZETA MERCANTIL. Sustentabilidade é uma oportunidade para inovar. São Paulo, 07 de agosto de 2007.

GRASSI, T.A. As águas do planeta terra. Cadernos temáticos de Química nova na escola, p. 31-40, edição especial, maio de 2001.

INDEXX. Colilert. Disponível em: <<https://www.idexx.com/water/products/colilert.html>>. Acesso em 25 de agosto de 2017.

LAGO, A.A.C. Estocolmo, Rio, Johannesburgo: O Brasil e as três conferências ambientais das Nações Unidas. Brasília: Thesaurus, 2006. 274p.

LIMA, S.P.; Avaliação do efeito da carga orgânica na operação de um sistema MBBR de dois estágios visando a remoção de matéria orgânica e nitrogênio. 2015. 80f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015

MANCUSO, P.C.S.; SANTOS, H.F. Reuso de água. Barueri: Editora Manole, 2003. 579p.

MAURO, C. A. D. Conflitos Pelo Uso da Água. Caderno Prudentino de Geografia. Presidente Prudente. N.36, volume especial, 2014. p. 81-105.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 54, de 28 de novembro de 2005. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/838F10BD/Resol54-08_ReusoDiretoAgua1.pdf>. Acesso em 27 de julho de 2007.

MIRRE, R.C.; YOKOYAMA, L.; PESSOA, F.L.P. Reuso de água em processos químicos: Modelo integrado para gerenciamento sustentável. Curitiba: Appris, 2015. v.1.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. ONU: 4,5 bilhões de pessoas não dispõem de saneamento seguro no mundo. Disponível em <<https://nacoesunidas.org/onu-45-bilhoes-de-pessoas-nao-dispoem-de-saneamento-seguro-no-mundo/>>. Acesso em 16 de julho de 2017.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. ONU defende diplomacia para resolver disputas transnacionais por recursos hídricos. Disponível em <<https://nacoesunidas.org/secretario-geral-da-onu-defende-diplomacia-para-resolver-disputas-transnacionais-por-recursos-hidricos/>>. Acesso em 17 de julho de 2017b.

RIBEIRO, C.R. Geografia política da água: Coleção cidadania e meio ambiente. São Paulo: Annablume Editora, 2008. 162p.

SAVITZ, A. W. The Triple Bottom Line: How today's best-run companies are achieving economic, social and environmental success – and how you can too. Segunda edição. San Francisco: John Wiley & Sons, 2013. 320p.

SEMPRE SUSTENTÁVEL, Cursos, exposições e oficinas, Disponível em: <http://www.sempresustentavel.com.br/cursos.htm>>. Acesso em 25 de junho de 2017.

SENADO. Conferência Rio-92 sobre o meio ambiente do planeta: desenvolvimento sustentável dos países. Disponível em: <http://www.senado.gov.br/noticias/Jornal/emdiscussao/rio20/a-rio20/conferencia-rio-92-sobre-o-meio-ambiente-do-planeta-desenvolvimento-sustentavel-dos-paises.aspx>>. Acesso em 16 de julho de 2017a.

SENADO. O Sucesso da conferência Rio-92 da ONU e o desenvolvimento sustentável. Disponível em: <http://www.senado.gov.br/noticias/Jornal/emdiscussao/rio20/a-rio20/o-sucesso-da-conferencia-rio-92-da-onu-e-o-desenvolvimento-sustentavel.aspx>>. Acesso em 16 de julho de 2017b.

SUSTENTARQUI, ONG oferece oficina gratuita de captação de água de chuva. Disponível em: <http://sustentarqui.com.br/agenda/ong-oferece-oficina-gratuita-de-captacao-de-agua-de-chuva/>>. Acesso em 19 de setembro de 2017.

TUNDISI, José Galizia. Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. **Estud. av.**, São Paulo, v. 22, n. 63, p. 7-16, 2008. Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142008000200002&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em 23 maio 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142008000200002>.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO RIO DE JANEIRO. Declaração de Dublin, 2017. Disponível em <http://www.meioambiente.uerj.br/emrevista/documentos/dublin.htm>>. Acesso em 9 de jul. 2017