

PROJETO CASA ESCOLA: TRATAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA

Alexandre Z. Angulo^a, Vitor T. Chaves^a, Rafael P. Martese^b, André S. Kenez^a

^a Poli-USP, São Paulo, SP, Brasil

^b Eparreh Educação Ambiental e ETEC Guaracy Silveira, São Paulo, SP

*sapiencia.ambiental@gmail.com

Resumo: Este artigo apresentará o processo de desenvolvimento e o atual estado de um sistema de tratamento de água de chuva para uso no banho e outros usos menos nobres, composto por um filtro de folhas, uma cisterna de anéis de concreto enterrada, bombeamento automatizado, filtros físicos de polipropileno e carvão ativado, um purificador UV de piscina e uma caixa d'água de armazenamento. Este sistema foi produzido como parte do projeto casa escola, uma iniciativa de tornar sustentável um sobrado residencial que já se encontrava em processo de reforma. Localizado em uma vila na região central da cidade de São Paulo, a reforma visava adequar o local para abrigar a CASA 3 - Centro Cultural de Trocas de Conhecimento, um espaço fundado em torno de uma prática de aulas de apoio para estudantes com dificuldades. Financiado por essas aulas e desenvolvido em parceria com a cooperativa Sapiência Ambiental, o projeto incorporou conceitos e referências dos campos da sustentabilidade, permacultura e engenharia socialmente engajada. Seu objetivo foi elaborar tecnologias e práticas acessíveis. Hoje, a CASA 3 busca disseminar as transformações implementadas com mutirões, eventos e oficinas.

Palavras-chave: Tratamento de água de chuva. Permacultura. Sustentabilidade. Casa sustentável.

1 INTRODUÇÃO

Projeto casa escola foi o nome dado à iniciativa de reformar um sobrado de vila na região central de São Paulo, destinado a abrigar a CASA 3 - Centro Cultural de Trocas de Conhecimento, incorporando práticas e tecnologias sustentáveis em sua execução. Em parceria com a Sapiência ambiental, responsável por articular conceitos e práticas da permacultura e da engenharia popular ao projeto, uma de suas principais realizações foi a concepção de um sistema de tratamento de água de chuva com o objetivo de torná-la adequada para banho. Com uma verba limitada oriunda de uma prática de aulas particulares que hoje integra as atividades da Casa 3 e com pouco espaço disponível (o sobrado possui aproximadamente 110m² de área construída), o projeto objetivou elaborar tecnologias sustentáveis amplamente acessíveis (baixo custo de investimento, materiais de ampla disponibilidade, instalação, operação e manutenção simples) e economicamente viáveis. Considerou-se também a utilização experimental de métodos de tratamento.

A insustentabilidade do processo de ocupação do espaço urbano na cidade de São Paulo e região metropolitana tem, cada vez mais, ficado em evidência, como ilustrou, por exemplo, o episódio da crise hídrica enfrentada entre 2014 e 2015, além das constantes situações de aumento da tarifa de energia elétrica, entre outros problemas enfrentados cotidianamente pelos

cidadãos. O projeto casa constitui-se como uma busca por uma alternativa ao modelo atual de uso das águas nos grandes centros urbanos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Bases filosóficas do projeto

A tecnologia concebida pela equipe da Sapiência Ambiental e instalada na Casa 3, apesar de possuir um considerável grau de inovação e complexidade, se utiliza de elementos tradicionalmente utilizados nos projetos de engenharia, ou seja, as técnicas utilizadas fazem parte do arcabouço da engenharia. Com isso em vista, questiona-se: por qual razão então não costumamos ver sistemas como estes operando na cidade de São Paulo?

Nossa resposta para essa pergunta, e que seria a resposta de muito pesquisadores da Filosofia da Tecnologia, dos Estudos Sociais da Ciência & Tecnologia, entre outras áreas adjacentes, é que o desenvolvimento tecnológico não pode ser explicado apenas analisando os aspectos técnicos envolvidos (CRUZ, 2017; DAGNINO et al., 2004). As tecnologias são construtos sociais, e, portanto, não são neutras, ou seja, refletem uma série de valores e princípios inerentes ao meio no qual foram produzidas, bem como são influenciadas por aspectos políticos e sociais desse contexto e, simultaneamente, influenciam e constroem a realidade na qual são aplicadas (FEENBERG 1999, 2003). Deste modo, as tecnologias e infraestruturas relacionadas à água são também frutos de processos sócio-históricos que consolidaram um determinado grupo de tecnologias enquanto o “paradigma das tecnologias sanitárias”. O paradigma tradicional do saneamento, no que diz respeito ao esgotamento sanitário, conduziu à institucionalização de sistemas centralizados compostos por rede coletora, interceptores, emissários e estações elevatórias, os quais têm como objetivo juntar as águas residuárias oriundas dos diferentes pontos de contribuição e transportá-las até as grandes estações de tratamento de esgoto (CHAVES, 2018; pg. 111). Técnicas de reúso, de tratamento descentralizado e de captação de água de chuva, por exemplo, são pouco consideradas por este paradigma vigente, e, muitas vezes, deixadas de lado.

Assim sendo, a concepção do projeto casa escola parte fundamentalmente da incorporação de novos valores, ou seja, da constituição de uma base ética-filosófica alternativa que questiona justamente a hegemonia do paradigma vigente e que pauta a importância de que novas formas de pensar/agir sejam incorporadas pelos engenheiros, a fim de que sejam concebidas infraestruturas que estejam em maior harmonia com a natureza e seus ciclos, possibilitando que os recursos naturais sejam utilizados da melhor maneira possível. Para a concepção destas bases, destacamos três conceitos: **sustentabilidade, Permacultura, e a engenharia engajada.**

A Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, criada em 1983 na Noruega, definiu o conceito de sustentabilidade. Segundo ela, o desenvolvimento sustentável “é aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atenderem às próprias necessidades.” Episódios recentes como a crise hídrica de 2014/2015, as alterações climáticas, a degradação dos corpos hídricos e a contaminação de nossos solos são exemplos que ilustram as ameaças de nosso modelo de desenvolvimento para as próximas gerações¹.

Já conceito de Permacultura foi desenvolvido por por dois australianos, Bill Mollison e David Holmgren, que juntos publicaram, em 1974, os livros *Permaculture One* e *Permaculture Two*. Bill, durante seus anos na universidade, pesquisou e publicou um vasto trabalho sobre a história e a genealogia dos aborígenes, povo originário da Tasmânia, e que serviu de grande

¹ Sugere-se a leitura de Leff (2009) para uma discussão mais crítica acerca do conceito de sustentabilidade

inspiração para o surgimento da Permacultura: um saber concebido a partir da extensa observação da natureza e dos aprendizados obtidos com sociedades tradicionais.

A Permacultura é uma ciência interdisciplinar, uma prática de design e um movimento, e que se baseia em um conjunto de princípios éticos bem definidos. A Permacultura se apresenta como uma prática de design que deve ser exercida a partir de uma base de 3 princípios éticos fundamentais. Tais princípios, apesar de simples, são muito poderosos para conseguirmos transformar esta realidade e construir uma sociedade mais justa e sustentável. Os 3 princípios éticos fundamentais da Permacultura são: **cuidar da Terra, cuidar das pessoas e partilhar os excedentes e definir limites para o consumo e reprodução**. Assim sendo, a jornada da Permacultura se inicia a partir dos princípios fundamentais necessários para a criação de uma cultura de sustentabilidade, a qual, para nós seria a “verdadeira sustentabilidade”. Este caminho (r)evolucionário abrange diversos domínios, como a questão agrária e a agricultura, a organização popular e governo comunitário, manejo dos recursos naturais, a construção do território, as tecnologias sociais, cultura, saúde, tecnologias e economia.

Já o conceito e a prática da engenharia engajada, surge dos sinais de insustentabilidade do modelo de desenvolvimento econômico/tecnológico vigente frente aos problemas ambientais e sociais iminentes, que começaram a reverberar em críticas à prática da engenharia. Os tipos de atuação engajada em engenharia são bastante diversos, não sendo possível dentro do escopo deste artigo esmiuçar suas diferentes correntes. Para isso recomenda-se a leitura do primeiro capítulo da tese de Cruz (2017). Em comum, as práticas de engenharia socialmente engajada busca estabelecer outras diretrizes profissionais, éticas e educacionais para a profissão. Dentre as modalidades de engenharia socialmente engajada, tem-se a Engenharia Popular que faz referência ao campo da engenharia que teria como objetivo o desenvolvimento de tecnologias sociais, as quais, por sua vez, são caracterizadas por serem concebidas com o objetivo de atender às demandas das camadas populares tradicionalmente excluídas das benesses do desenvolvimento tecnológico. Mais que isso, as tecnologias sociais prezam pela construção coletiva do conhecimento, de modo que busca-se romper com a dicotomia existente entre “projetistas” e “usuários”, com o intuito de incorporar a todos no processo de concepção tecnológica.

Sob esta perspectiva, para que um engenheiro seja capaz de conceber tecnologias sociais, ele necessita também ser capaz de atuar enquanto educador popular. Assim, este profissional poderia ser denominado de “Engenheiro Educador” (FRAGA *et al*, 2008). Dentre as características não técnicas do Engenheiro Educador destaca-se: a empatia e capacidade de dialogar; o senso crítico; a abertura e humildade para aprender.

A partir de uma síntese da discussão apresentada, o projeto casa escola teve como premissa para o seu trabalho o desenvolvimento de tecnologias acessíveis, ou seja, de baixo investimento inicial (abaixo de R\$5.000), economicamente viáveis (tempo de retorno de até 3 anos), utilizando materiais comuns no mercado, de fácil implementação, operação e manutenção.

2.2 Bases Técnicas

Partindo da premissa que a concepção de uma tecnologia acessível exige que o conhecimento técnico para a sua implementação também seja acessível, o projeto casa escola optou por formular toda a sua base de referências técnicas para concepção, desenho e dimensionamento de seu sistema de tratamento de água de chuva a partir de informações disponíveis na internet. Assim, a pesquisa por bases técnicas para o projeto também serviu para suscitar uma reflexão crítica sobre as informações disponíveis na rede dentro do tema. A seleção das informações foi feita sempre considerando as bases filosóficas do projeto.

Busca a partir de palavras-chave no google

As palavras chaves utilizadas foram: água de chuva; tratamento de água de chuva; reúso de água de chuva; como tratar água de chuva, como reutilizar água de chuva; a mesma busca foi repetida acrescentado “para banho” ao final. Como as informações encontradas apresentaram-se insuficientes para o uso pretendido, o mesmo tipo de busca foi repetido em inglês. Ainda foram realizadas pesquisas complementares sobre purificação UV e cloração nas fontes em inglês.

Água de chuva, potabilidade e a possibilidade de sua utilização para banho

As fontes consultadas em português apresentaram problematizações para a utilização da água de chuva captada em meio urbano, dentre eles: componentes atmosféricos nocivos varridos pelas chuvas, como o benzeno (CLIMATEMPO, 2015; PUSHARD, [201-]; SUPER, 2016) presente na atmosfera pela queima de combustíveis fósseis; o pH ácido; a fuligem, sujeira, sólidos em geral, coliformes e demais patógenos presentes que podem entrar em contato com a água de chuva ao longo de seu percurso; presença de metais pesados; subprodutos nocivos após cloração (WIMAN, [201-]).

Dentre estas mesmas fontes, algumas apontam para a impossibilidade de se potabilizar a água de chuva (CLIMATEMPO, 2015; SUPER, 2016) enquanto outras sugerem essa possibilidade, algumas em caráter apenas emergencial (ZANELLA, 2015). Nenhuma consideração específica é feita sobre o seu uso exclusivo para banho. As fontes em inglês, porém, apresentam uma maior flexibilidade a respeito do uso da água de chuva, chegando até a considerá-la própria para banho sem a necessidade de nenhum tratamento (ADAMS, [201-]; ENHEALTH, 2010; NPIGROUP, 2018), além da possibilidade de potabilizá-la: (PUSHARD, [201-]b)

Técnicas e tecnologias

Foram diversas as possibilidades de design de sistema de tratamento encontradas (AWWA, S/D; BELL, 2001; HARVESTH20, S/D; RAINBROTHERS, 2016; RAINHARVEST, S/D; SEMPRESUSTENTÁVEL, S/D; TCEQ, 2007). A Tabela 1 a seguir resume os métodos aplicados no projeto casa escola dentre aqueles apresentados nos artigos consultados, associando cada técnica aos parâmetros estes estão tratando.

Tabela 1 - Métodos de tratamento aplicados e respectivos parâmetros de tratamento

PARÂMETRO	MÉTODO
Fuligem, sujeira e sólidos grandes	Filtro de folhas
Fuligem, sujeira e sólidos pequenos	Descarte de primeira chuva
Fuligem, sujeira e sólidos microscópicos	Filtros físicos de polipropileno
Componentes atmosféricos nocivos	Descarte de primeira chuva
Acidez	Pedra dolomítica/calcária cisterna

Radicais de cloro	Filtro de carvão ativado
Patógenos	Purificador UV, Cloração

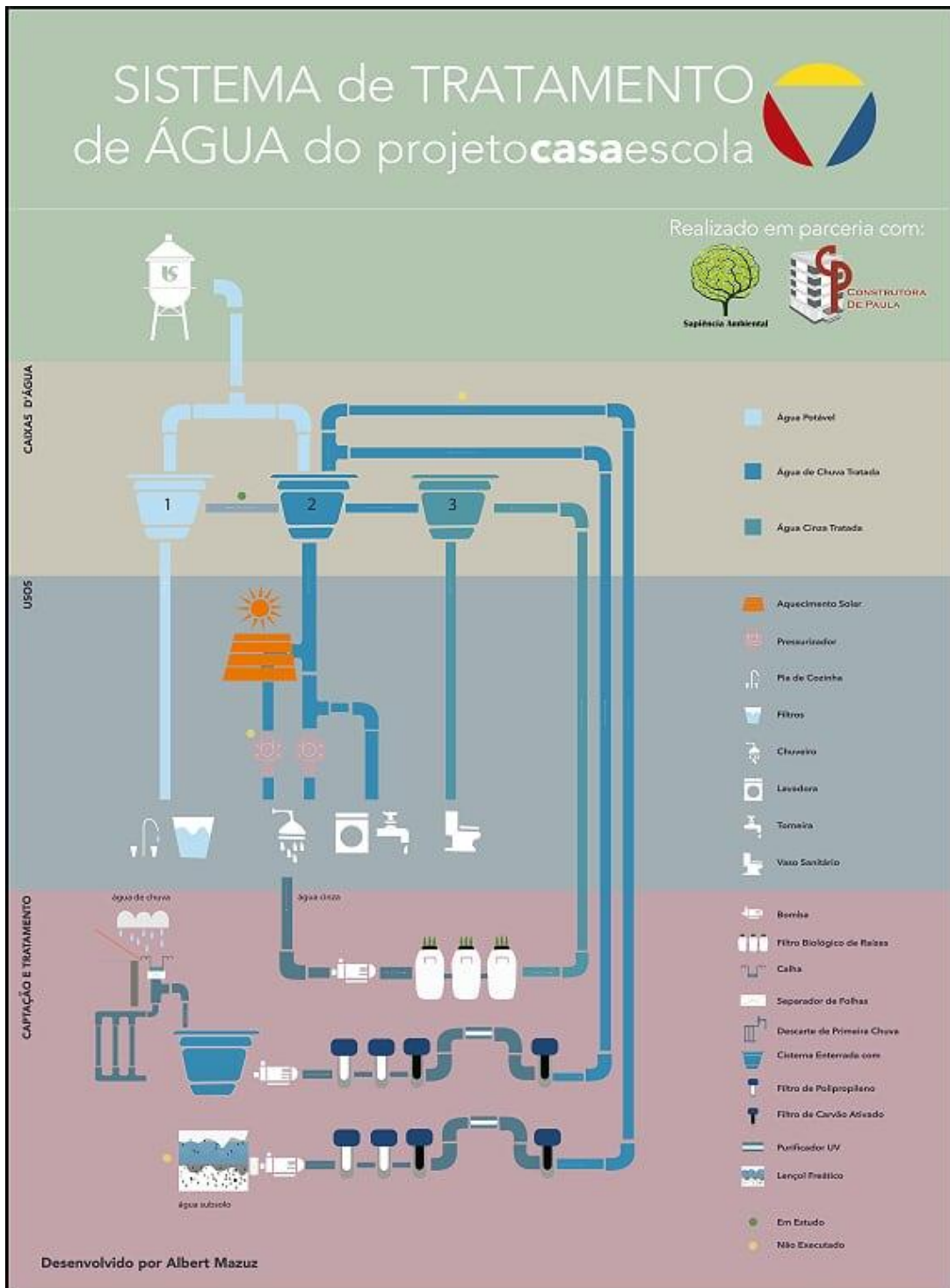
Dimensionamentos

O sistema de descarte de primeira chuva foi dimensionado utilizando o critério de 12m de tubo com diâmetro de 100mm, indicado para casa com área horizontal de telhado entre 75m² e 100m² (UFPE, 2016). Os filtros e purificador UV foram dimensionados de acordo com especificações dos fabricantes.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para a concepção do sistema, foram adotados os seguintes parâmetros de consumo e produção de água: a área de telhado disponível para captação foi medida e continha 75m²; o consumo para banho foi de 300L por dia (3 moradores), totalizando 9m³ por mês; o banho equivale a 50% do consumo total da casa, totalizando um consumo mensal de 18m³. A Figura 1 apresenta um esquema do manejo de água integrado existente na casa. A caixa d'água 2 é destinada a receber a água de chuva tratada e direcioná-la ao boiler de aquecimento solar, aos chuveiros e a todos os usos menos nobre exceto para o uso de descargas, que encontram-se conectadas à caixa 3. Já a caixa d'água 1 é abastecida pela água da SABESP com o intuito de garantir acesso à água potável aos usuários da casa, até que seja possível constatar-se por meio de análises laboratoriais que o tratamento projetado foi capaz de potabilizá-la.

Figura 1 - Esquema do manejo de águas



3.1 O sistema de tratamento de água de chuva

Filtro de folhas

O filtro de folhas foi executado baseado em Sempresustentável (2014). É necessária a limpeza e substituição periódica da tela mosquiteira do filtro de folhas. Os custos estão discriminados na Tabela 2.

Tabela 2 - Materiais utilizados para construção do filtro de folha e seus custos

INSTALAÇÃO	CUSTOS
1m tubo de PVC □ 100mm	R\$ 10,00
Tela Mosquiteira	R\$ 20,00
Durepoxi	R\$ 6,00
Mão de Obra	- (instalação feita pelo usuário)
TOTAL	R\$ 36,00

Descarte de 1ª chuva

Instalado conforme se verifica em Sempresustentável (2014) e UFPE (2016). É necessário abrir um registro após cada chuva para esvaziamento e fechá-lo em seguida. Não é prevista a necessidade de manutenção. Os custos estão discriminados na Tabela 3

Tabela 3 - Materiais utilizados para sistema de descarte e seus custos

INSTALAÇÃO	CUSTOS
Tubos e conexões	R\$ 206,59
Abraçadeira em U	R\$ 12,00
Outros	R\$ 81,00
Mão-de-obra	- (instalação feita pelo usuário)
TOTAL	R\$ 299.59

Cisterna, dolomita, bombeamento e armazenamento superior

A falta de espaço disponível no ambiente determinava a necessidade de uso de uma cisterna enterrada. O engenheiro responsável pela obra, descartou o uso de cisternas plásticas, como por exemplo os modelos da Acqualimp (S/D), por conta do nível d'água do terreno. A solução escolhida foi a construção de uma cisterna de anéis de concreto com fundo concretado, de fácil implementação pela disponibilidade dos materiais empregados e pela facilidade construtiva. Não foram encontradas referências para o método construtivo utilizado: a escavação era realizada um trabalhador escavando de dentro do anel, que se aprofundava conforme a escavação progredia; com o avanço poço, novos anéis eram colocados sobre os anteriores,

atuando como contenção para o solo. O fundo da cisterna foi realizado com concreto feito in loco e a impermeabilização utilizou-se do produto VIAPOL PÓ 1 + PÓ 2.

O dimensionamento foi calculado a partir da fórmula (ENHEALTH, 2010): $C = A \times (\text{pluviometria} - B) \times \text{área do telhado}$. A é um fator de eficiência (sugerido em 80%); B é um fator de perdas em mm de chuva (sugerido em 2mm); C é o volume de água de chuva produzido em litros.

Levando em consideração a limitação do espaço para a instalação da cisterna, com um diâmetro máximo possível de 1,5m pelo tamanho do local disponível, e a profundidade limitada a 4m pelo método construtivo, para decisão final, foi constituída uma planilha que avaliava a taxa de retorno do investimento feito a partir do custo de instalação da cisterna (material e bota fora) e da economia obtido na conta de água ao longo do ano, ambos fatores em função do volume de armazenamento.

O volume de armazenamento total para água de chuva foi determinado a partir da soma do armazenamento da cisterna com o armazenamento superior. Este, por sua vez, foi obtido pelo soma do volume do boiler de aquecimento solar recomendado pelo fabricante ao volume da caixa 2, que foi adquirida no maior volume possível para o espaço disponível: 1.000L.

Para o bombeamento, foi adquirido um quadro com acionamento manual ou automático, guiado por sensores de nível (semelhantes aos apresentados por Mundo da Elétrica, 2015). A operação resume-se ao acionamento e desligamento da bomba, seja em modo automático ou manual, e a manutenção envolve eventuais concertos na bomba, limpezas da cisterna e, caso haja dano, reforço na impermeabilização da cisterna. Os custos estão discriminados na Tabela 4.

Tabela 4 - Custos e materiais do sistema de armazenamento e bombeamento

INSTALAÇÃO	CUSTOS
Anel de concreto □ 1.2m, h = 0.5m (x 5), tampa de concreto, fundo de concreto	R\$ 800,00
Impermeabilizante Viapol	R\$ 150,00
Ladrão com válvula de retenção	R\$ 140,00
Dolomita	R\$ 170,00
Bomba + Sistema de acionamento	R\$ 1.000,00
Mão de Obra	R\$ 500,00
Bota-Fora	R\$ 500,00
TOTAL	R\$ 3.260,00

Cloração

Considerando a suficiência do tratamento UV apontada por algumas fontes (MONE, S/D; RAINHARVEST, S/D) e alguns efeitos negativos de subprodutos gerados pela cloração (WIMAN, [201-]) escolheu-se realizar apenas uma cloração esporádica (2 por ano) na cisterna

com PURIFICADOR DE ÁGUA CLORIN 1000 COM 25 PASTILHAS (2,5 pastilhas por cloração), de custo aproximado de R\$83,00. Como o produto adquirido servirá por 5 anos, não será estimado custo de manutenção.

Filtração de polipropileno, carvão ativado e purificador UV

Para filtração e desinfecção, foi utilizado o seguinte esquema: 3 FILTROS 3M AQUALAR AQUATOTAL, o primeiro com REFIL AQUALAR AQUATOTAL 25-MICRA, o segundo com REFIL AQUALAR PP110HC 05MR (5-micra), o terceiro com REFIL CARBON BLOCK 10" 5-MICRA SPRINGWAY, seguidos por um purificador SODRAMAR ULTRA VIOLETA ABS 5.5 / 10 / 18 m³/h, e, por fim, um último 3 FILTROS 3M AQUALAR AQUATOTA com REFIL AQUALAR AP230PE.

A instalação foi realizada por um técnico, sobre um painel OSB fixado na parede por suportes invisíveis. Foi colocada uma válvula de retenção na saída do purificador UV para evitar contato da água purificada com a água retida no sistema antes da purificação. A operação consiste no acionamento do equipamento UV 10 minutos antes de bombeamento e a manutenção envolve a troca dos refis dos filtros a cada 6 meses. Os custos seguem discriminados na Tabela 5.

Tabela 5 - Custos para instalação de sistema de filtragem e desinfecção

MATERIAIS	CUSTOS
Filtro aqualar aquatotal (x4)	R\$ 600,00
Sodramar uv	R\$ 1.526,44
Refil PP 25-Micra	R\$ 31,00
Refil PP 05-Micra	R\$ 31,00
Refil Carbon Block	R\$ 80,00
Refil Aqualar AP230PE	R\$ 65,00
Tubos e coexões	R\$ 238,92
Painel OSB, suportes invisíveis e outros	R\$ 126,00
Mão-de-obra	R\$ 300,00
TOTAL	R\$ 2.998,36
MANUTENÇÃO (MENSAL)	CUSTOS (MENSAIS)

Troca de Refis (valor total / 6)	R\$ 34,50
----------------------------------	-----------

Acompanhamento de qualidade

O acompanhamento da qualidade está sendo realizado com o uso da FITA TESTE HTH COM 25 unidades (R\$ 49,50). Como seu uso se dá aproximadamente uma vez a cada 15 dias, será contabilizado para a manutenção o gasto de um conjunto deste ao longo do ano, resultando em R\$ 4,13 por mês.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Devido a complicações encontradas para se chegar à forma definitiva do sistema, sua operação normal foi alcançada poucas semanas antes da finalização deste artigo. Assim alguns comentários já podem ser feitos a respeito do seu funcionamento, enquanto outras questões poderão ser respondidas apenas futuramente. Sobre a água produzida: apresenta um aspecto cristalino e límpido, sem odor e seu pH está neutro. O índice de cloro presente na água é nulo conforme esperado. Por falta de recursos, não foi possível aferir a qualidade da água a partir de laudos mais precisos, porém ela segue em utilização experimental pelos moradores da residência.

Do ponto de vista das bases filosóficas do projeto e da sua intenção de produzir tecnologias acessíveis e eficazes, existem aspectos problemáticos no que diz respeito ao filtro de folhas, à automação e aos seus custos. Durante fortes chuvas há uma perda elevada de volume de água neste ponto do sistema, a mais do que o esperado, e o acúmulo de sujeira faz com que seja necessária uma manutenção semanal, o que pode tornar sua utilização pouco prática no cotidiano do mundo do trabalho, onde o tempo é um dos recursos mais escassos aos trabalhadores e trabalhadoras. Também acarretando em uma questão de mesma natureza, vale citar que o sistema de automação da bomba foi concebido sem considerar a necessidade de desligamento e acionamento prévio do purificador UV junto ao bombeamento, portanto hoje a operação segue em modo manual. Vale também dar destaque à divergência sobre a possibilidade de se tratar água de chuva para usos nobres encontrada entre os materiais em português e os estrangeiros.

O consumo de água atual da residência aproxima-se àquele estimado no início do projeto (20m³) e, como o sistema está operacional faz pouco tempo, ainda não foi possível aferir a real economia que este pode trazer às contas da casa. O custo total para implantação do sistema foi de R\$6.677,35 e a manutenção mensal de R\$38,63, valores que extrapolaram um pouco a expectativa inicial (baixo investimento inicial - abaixo de R\$5.000), demonstrando que com algumas adaptações seriam necessárias para tornar este tipo de sistema mais acessível e viável.

5 CONCLUSÃO

Em São Paulo falta água. Os reservatórios estão cada vez mais sobrecarregados pela crescente demanda urbana e apresentam riscos de estiagem para a população. Nas cidades as chuvas caem e são pouco ou nada aproveitadas pelos cidadãos. Na realidade, acabam virando trânsito, alagamentos e enfim, o caos que nos é familiar toda a vez que entramos na estação chuvosa. Essas mesmas águas se contaminam, escoam e são pouco ou nada aproveitadas. Se pensarmos em alguns dos princípios da permacultura, cuidar das pessoas e da natureza, ou na

necessidade do atendimento de nossas necessidades presentes sem prejudicar gerações futuras, como pensa a sustentabilidade, o paradigma atual é inaceitável.

Do encontro de um pensamento de engenharia civil sustentável com a permacultura e uma proposta de engenharia socialmente engajada, a partir de uma postura aberta ao diálogo e ao aprendizado, os resultados obtidos por essa iniciativa de caráter experimental e com verba limitada, apesar de todos os seus problemas, aponta para uma direção de forma certa. Tratar a água de chuva e utilizá-la localmente para usos reservados à água potável é possível e cada vez mais acessível.

Assim, permanece a questão, por que falta água para os habitantes da metrópole? O projeto casa escola nos conta, de maneira inequívoca, que não é pela falta de materiais ou técnicas disponíveis para o seu tratamento, que não é por um custo exorbitante destes, mas, sim, por uma lógica centralizadora e restritiva de sistemas de saneamento para as cidades brasileiras e por um funcionamento similar no campo da produção de conhecimento.

Pode-se concluir, portanto, que uma engenharia engajada socialmente, pensada para trazer mais autonomia às comunidades e indivíduos, aliada a uma maior disseminação dos conhecimentos técnicos necessários para a realização deste tipo de trabalho constituem um caminho capaz de confrontar o problema da falta de água.

REFERÊNCIAS

ACQUALIMP. Cisternas. Disponível em: <<https://www.acqualimp.com/wp-content/uploads/2016/01/www.acqualimp.com-edit-guia-de-instalacao-cisternas-manual-de-instalacao-cisternas.pdf>>. Acesso em 05 de abril de 2019.

ADAMS, G. How to treat rainwater for a shower. [201-]. Disponível em: <<https://homeguides.sfgate.com/treat-rainwater-shower-103313.html>>. Acesso em 05 de abril de 2019.

AWWA, S/D. Publications. Disponível em: <<https://www.awwa.org/Publications/journal-awwa/abstract/articleid/61009439>> Acesso em 05 de abril de 2019.

BELL, G. Rainwater catchment. Disponível em: <<http://www.greenhomebuilding.com/QandA/water/rainwater.htm>> Acesso em 05 de abril de 2019.

CHAVES, V. T. Sistema de saneamento ecológico com reutilização de lodo férrico para remoção de fósforo e um outro paradigma para o saneamento. Tese de Mestrado apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do título de mestre de ciências, 2018.

CLIMATEMPO METEOROLOGIA. **Água da chuva não é adequada para consumo**, 2015. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=tStPrfNdhvU>>. Acesso em 04 abril 2019.

CRUZ, C. C. Tecnologia social: fundamentos, legitimidade e urgência. Tese de Doutorado apresentada à Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo para obtenção do título de doutor, 2017.

DAGNINO, R.; BRANDÃO, F. C.; Novaes, H. T. Sobre o marco analítico-conceitual da tecnologia social. **Tecnologia social: uma estratégia para o desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Fundação Banco do Brasil, 65-81, 2004.

ENHEALTH. Guidance on use of rainwater tanks, 2010. Disponível em: <[https://www.health.gov.au/internet/main/publishing.nsf/Content/0D71DB86E9DA7CF1CA257BF0001CBF2F/\\$File/enhealth-raitank.pdf](https://www.health.gov.au/internet/main/publishing.nsf/Content/0D71DB86E9DA7CF1CA257BF0001CBF2F/$File/enhealth-raitank.pdf)> Acesso em 05 de abril de 2019

FRAGA, L.; SILVEIRA, R.; VASCONCELLOS, B. O engenheiro educador. II Congresso da Rede de ITCPs: Economia Solidária e a Política e a Política da Economia Solidária. São Paulo: USP, 2008

HARVESTH20, S/D. Disponível em: <<http://www.harvesth2o.com/index.shtml>>

HOLMGREN, D.; MOLLISON, B. Permaculture one. **International Tree Crop Institute USA**, 1978.

HOLMGREN, D; MOLLISON, B. Permaculture two. **International Tree Crop Institute USA**, 1979.

LEFF, Enrique. **Ecologia, capital e cultura: a territorialização da racionalidade ambiental**. Editora Vozes, 2009.

MONE, J. Everything you need to know about ultraviolet water purification, S/D. Disponível em: <<http://www.harvesth2o.com/uv.shtml>>. Acesso em 5 de abril 2019.

MUNDO DA ELÉTRICA. Captação de água de chuva - Sistema Automático, 2015 <https://www.youtube.com/watch?v=ryoP3HTQvao>. Acesso em 5 de abril 2019.

NPIGROUP, **Is your rainwater safe to bath and shower in?**, 2018. Disponível em: <<http://www.teampoly.com.au/2018/06/15/is-your-rainwater-safe-to-bath-and-shower-in/>>. Acesso em 5 de Abril 2019.

PUSHARD, D. **Is Rainwater Really Safe - One Sample Case**. 201-. Disponível em: <http://www.harvesth2o.com/rainwater_safe.shtml>. Acesso em 05 abril 2019.

PUSHAR, D. UV and carbon filtration. [201-]b. Disponível em: <http://www.harvesth2o.com/uv_carbon_filtration.shtml>. Acesso em 05 de abril 2019.

RAINBROTHERS. How to filter rainwater for drinking, 2016. Disponível em: <<https://www.rainbrothers.com/single-post/2016/1/20/How-to-Filter-Rainwater-for-Drinking>>. Acesso em 05 de abril 2019.

RAINHARVEST, S/D. Top 5 ways to purify rainwater for consumption. Disponível em: <<http://www.rainharvest.co.za/2013/03/top-5-ways-to-purify-rainwater-for-consumption/>>. Acesso em 05 de abril de 2019.

SEMPRESUSTENTÁVEL, Aproveitamento da água de chuva para residências urbanas. S/D Disponível em: <<http://www.sempresustentavel.com.br/hidrica/aguadechuva/agua-de-chuva.htm>>, Acesso em 05 de abril. Acesso em 05 de abril de 2019.

SEMPRESUSTENTÁVEL. Projeto experimental do filtro de água de chuva de baixo custo modelo auto-limpante, 2014. Disponível em:

<<http://www.sempresustentavel.com.br/hidrica/minicisterna/filtro-de-agua-de-chuva.htm>>

Acesso em: 05 de abril 2019.

SEMPRESUSTENTÁVEL. Separador de águas de chuva de baixo custo para casa popular, 2014. Disponível em:

<<http://www.sempresustentavel.com.br/hidrica/minicisterna/separador-de-agua-de-chuva.htm>> Acesso em 05 de abril de 2019.

SUPER. **Água da chuva é potável?**. 2016. Disponível em:

<<https://super.abril.com.br/comportamento/agua-da-chuva-e-potavel/>> Acesso em 05 abril 2019.

TCEQ - Texas Commission on Environmental Quality, 2007. Disponível:

<<http://www.greenhomebuilding.com/QandA/water/rainwater.htm>>. Acesso em 05 de abril 2019.

UFPE, 2016 - Captação e aproveitamento de água de chuva. Disponível em:

<<https://www.youtube.com/watch?v=QRLIybSSME8>> Acesso em 05 de abril de 2019.

WIMAN, S. K. **Chlorination**, [201-]. Disponível em:

<http://www.harvesth2o.com/chlorination_part1.shtml> e

http://www.harvesth2o.com/chlorination_part2.shtml>. Acesso em 05 de abril, 2019.

ZANELLA, L. Manual para captação emergencial e uso doméstico de água de chuva. São Paulo: IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas Do Estado de São Paulo, 2015. Livro eletrônico. Disponível em: <[http://www.ipt.br/banco_arquivos/1200-](http://www.ipt.br/banco_arquivos/1200-Manual_para_captacao_emergencial_e_uso_domestico_de_AGUA_DA_CHUVA.pdf)

[Manual_para_captacao_emergencial_e_uso_domestico_de_AGUA_DA_CHUVA.pdf](http://www.ipt.br/banco_arquivos/1200-Manual_para_captacao_emergencial_e_uso_domestico_de_AGUA_DA_CHUVA.pdf)>.

Acesso em 05 de abril 2019.