

UNITAU – UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ
HUGO DA COSTA PEVIDE
LEONARDO FONTINELLI MONTONI

TRATAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA COM OZÔNIO

Taubaté

2019

HUGO DA COSTA PEVIDE
LEONARDO FONTINELLI MONTONI

TRATAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA COM OZÔNIO

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado a Unitau, como requisito
parcial à obtenção do grau de Engenharia
Civil em 2019.

Aprovado em ___/___/_____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Me. Flávio Pedrosa Dantas Filho (Orientador)_____

Assinatura.....

Eng^a. Ambiental e Sanitarista Amanda de Souza Reis (Banca 1)

Assinatura.....

Eng^o. Civil Hemerson M. de Oliveira (Banca 2)_____

Assinatura.....

Taubaté

2019

Dedicamos esse trabalho aos familiares e amigos presentes, àqueles que realmente deram o devido apoio incondicional, e a todos que contribuíram maciçamente para nossa formação acadêmica. Deus pai todo poderoso, amém!

DEDICATÓRIA

HUGO DA COSTA PEVIDE

Agradeço a Deus pela dedicação que dispôs ao meu favor durante essa jornada. À minha querida esposa e ao meu querido filho, amores da minha vida, pelo fiel apoio nas horas mais difíceis. Aos meus pais, que do infinito abençoaram esta conquista. Aos meus queridos irmãos pelo apoio moral e financeiro sempre presentes. Aos meus queridos colegas do clube dos cinco, que pela luta, hoje amigos. Dedico esta vitória a todos que fizeram parte desta ínfima história. E finalmente, o meu sincero muito obrigado ao universo pela auspiciosa conspiração.

DEDICATÓRIA

LEONARDO FONTINELLI MONTONI

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado força e muita saúde para toda essa jornada que foram esses longos 5 anos. Dedico a todos os meus familiares pais, irmãos, tios que sempre me apoiaram nos momentos que não tinha esperança que conseguisse ser aprovado no semestre recorrente.

Em especial dedico, a pessoa mais inspiradora para toda essa conquista, minha esposa que por meio de muitas vezes me fez erguer a cabeça e me dar muitas forças para acreditar que tudo é possível basta ter foco, força e fé que sempre irei ser abençoado com graças.

Agradeço aos professores que me ajudaram durante todo o curso e acreditaram no meu potencial e por fim a todos que me ajudaram diretamente ou indiretamente para que este feito acontecesse, meu eterno agradecimento.

RESUMO

A escassez de água é cada vez mais eminente no mundo. A necessidade de desenvolver métodos de reutilização da água levou esse trabalho a se direcionar ao reaproveitamento de água de chuva e conseguinte tratá-la como um bem maior. O tratamento proposto por este Trabalho de Conclusão de Curso é realizar a aplicação de gás ozônio na água de chuva captada por um dispositivo pensado para este propósito, através de mecanismos de custos acessíveis, possibilitando a aplicação deste projeto em residências comuns, tornando-se assim uma idéia sustentável, ajudando o meio ambiente a se manter saudável e ao mesmo tempo economizar na utilização da água da rede normal de abastecimento. Segundo estudos de entidades ligadas ao meio ambiente, em 2050, dois terços da população mundial sofrerá com a falta de abastecimento de água para fins de primeira necessidade. Este projeto ressalta a importância das construções voltadas à sustentabilidade do planeta. O desperdício de água é um dos grandes fatores a serem encarados com seriedade por todos habitantes deste ambiente. Não é um problema fácil de se resolver com a imediata liquidez requerida, mas podemos melhorar a afinidade com esse assunto de suma importância e vivenciar projetos que possam repercutir soluções plausíveis ao nosso tempo futuro.

PALAVRAS CHAVE: Escassez de água. Tratamento com ozônio. Sustentabilidade.

ABSTRACT

Water scarcity is becoming more and more imminent in the world. The need to develop methods of water reuse has led to the reuse of rainwater and to treat it as a greater good. The treatment proposed by this Work of Completion of Course is to realize the application of ozone gas in rainwater captured by a device designed for this purpose, through mechanisms of low cost, enabling the application of this project in common residences, thus becoming a sustainable idea, helping the environment to stay healthy and at the same time save on the use of water from the normal supply network. According to studies by entities related to the environment, in 2050, half the world's population will suffer from a lack of water supply for basic necessities. This project highlights the importance of constructions geared to the sustainability of the planet. Waste of water is one of the great factors to be taken seriously by all inhabitants of this environment. It is not an easy problem to solve with the immediate liquidity required, but we can improve affinity with this extremely important subject and experience projects that can pass on plausible solutions to our future time.

KEY WORD: Water Scarcity. Ozone Treatment. Sustainability.

LISTA DE ABREVIATURAS SIGLAS E SÍMBOLOS

ONU - Organização das Nações Unidas

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

µg - Micrograma

mg - Miligrama

L - Litro

PPM - Partes Por Milhão

HBsAg - Sigla da Hepatite B

PV-1 - Polivírus (Mahoney)

Coli Phage MS2 - Esccherichia coli - E. coli

SA-H - Salmonella Typhi H

HIV - Vírus da Imunodeficiência Humana

m³ - Metro cúbico

m² - Metro quadrado

WHO - Organização Mundial da Saúde

CO₂ - Dióxido de Carbono

O₂ - Molécula de Oxigênio

O₃ - Molécula de Ozônio

g - Grama

h - Hora

s - Segundos

min - Minuto

Runoff - Coeficiente de Runoff - razão entre o volume de água escoado superficialmente e o volume de água precipitado.

mm - Milímetro

CV - Cavalos Força

SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO	10
1.1 - OBJETIVO	12
1.1.1 - OBJETIVOS GERAIS.....	12
1.1.2 - OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
2 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
2.1 - A IMPORTÂNCIA DAS CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS.....	13
2.1.1 - CARACTERÍSTICAS DE UMA CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL.....	14
2.1.2 - TRATAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA COM OZÔNIO.....	15
3 - METODOLOGIA NA UTILIZAÇÃO DO OZÔNIO	19
4 - ESPECIFICAÇÕES DO PROJETO DE CAPTAÇÃO, ARMAZENAMENTO E TRATAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA	22
4.1 - CÁLCULO DO DIMENSIONAMENTO DO VOLUME DA CISTERNA	22
4.2 - MATERIAIS E EQUIPAMENTOS EMPREGUES NA COMPOSIÇÃO DO PROJETO.....	26
4.2.1 - ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS E DETALHAMENTO DOS EQUIPAMENTOS.....	28
4.2.1.1 - PRÉ FILTRO DE CISTERNA.....	28
4.2.1.2 - CISTERNA - RESERVATÓRIO - CAPACIDADE 10.000 LITROS.....	28
4.2.1.3 - GERADOR DE OZÔNIO - 10 g/h - SISTEMA DE OZONIZAÇÃO.....	28
4.2.1.4- MEDIDOR DE NÍVEL PARA CISTERNAS - ULTRASSÔNICO.....	29
4.2.1.5 - BOMBA CENTRIFUGA 1/4 CV DANCOR 127V.....	29
4.2.1.6- FILTRO DUPLO DE ALTA VAZÃO.....	30
4.2.1.7- RESERVATÓRIO DE ABASTECIMENTO - CAIXA D'ÁGUA 1000 L FORTLEV COM TAMPA	30
5- ANEXOS	31
5.1 - PRÉ FILTRO DE CISTERNA.....	31
5.2 - CISTERNA - RESERVATÓRIO - CAPACIDADE 10.000 LITROS.....	31
5.3 - GERADOR DE OZÔNIO - 10 g/h - SISTEMA DE OZONIZAÇÃO.....	32
5.4 - MEDIDOR DE NÍVEL PARA CISTERNAS - ULTRASSÔNICO.....	32
5.5 - BOMBA CENTRIFUGA 1/4 CV DANCOR 127V.....	32
5.6 - FILTRO DUPLO DE ALTA VAZÃO.....	33
5.7 - RESERVATÓRIO DE ABASTECIMENTO - CAIXA D'ÁGUA 1000 L COM TAMPA FORTLEV.....	34
6 - CONCLUSÃO	36
7 - REFERÊNCIAS	37

1. INTRODUÇÃO

Nos dias de hoje, com a máxima do reaproveitamento em pauta, é prioritário a criação de projetos ligados a matriz do desenvolvimento sustentável, respeitando o meio ambiente, e de maneira estratégica, saber reaproveitar o que o planeta ainda nos fornece por simples dádiva natural.

A água é o bem mais precioso que nos chega e temos que tratá-lo com carinho e respeito. Visto isto, são desenvolvidos suportes para a reutilização da água de chuva capazes de suprir em parte essa necessidade. O intuito do reaproveitamento de água de chuva para fins domésticos com tratamentos de qualidade assegurados, vem recebendo atenção especial pelos admiradores do desenvolvimento sustentável. Baseando-se nessa premissa, alguns sistemas voltados ao tratamento da água de chuva, vêm sendo desenvolvidos e aplicados com grande eficácia na questão técnica, econômica e ambiental. Hoje em dia existem sistemas de tratamento capazes de produzir limpezas e desinfecções adequadas para o reaproveitamento da água de chuva para situações cotidianas de uma residência familiar. A utilização de sistemas ligados ao uso adequado do gás ozônio na aplicação do tratamento de água de chuva já provou ser eficaz na eliminação de patógenos, microrganismos e alguns contaminantes químicos que são prejudiciais ao ser humano.

Segundo relatório da ONU, a escassez de água afetará dois terços da população mundial em 2050. O documento também traz informações sobre o aumento relativo ao consumo de água no planeta e apresenta soluções para gerenciar os riscos relacionados ao uso inadequado da água. O tema escolhido pela ONU, que figurou na convenção do dia mundial da água, realizado em Brasília no ano de 2018 foi, “Soluções Baseadas na Natureza para Gestão da Água”. Com ênfase nesta dinâmica, esse trabalho tem como objetivo apresentar uma solução em pequena escala de um tratamento de água de chuva dentro de uma residência familiar, fazendo com que toda a água captada por um sistema já de antemão definido, passe por um tratamento que seja satisfatório para suprir as necessidades há que foi proposto, onde através de captação seletiva e armazenamento correto, e passando pelo circuito de tratamento por ozônio, seguindo posteriormente com a sua distribuição em condições consideradas seguras para a utilização no sistema doméstico, tendo assim como propósito final seu reaproveitamento adequado.

O método de captação, armazenamento e tratamento da água de chuva será criteriosamente descrito ao longo da apresentação deste trabalho, assim como suas dimensões avaliadas corretas para o projeto apresentado e conseguinte os materiais adotados a serem utilizados, com supostos valores a serem considerados. A importância do reaproveitamento deste precioso bem, nos remete a conscientização da ideologia sustentável, pois ela nos colocou onde estamos hoje e seria perfeitamente justo retribuir com respeito sua dádiva.

1.1 - OBJETIVO

1.1.1 - OBJETIVO GERAL

Apresentar um projeto de captação e tratamento de água de chuva para fins de reúso residencial aplicando o método de ozonização.

1.1.2 - OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desenvolver um projeto de captação de água de chuva.
- Apresentar o método que será utilizado.
- Acompanhar a captação e o tratamento da água coletada.

2 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 - A IMPORTÂNCIA DAS CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS

A necessidade da harmonização das construções com o meio ambiente é de grande importância para os dias de hoje. Construir de modo sustentável requer atitude de mudança para tentar amenizar impactos e aproveitar os recursos naturais com a melhor eficiência possível.

As construções sustentáveis, embora não seja algo novo em nossas vidas, esta concepção vem crescendo e lentamente mudando o modo como é acolhido no meio dos entusiastas da construção, sendo engenheiros, arquitetos e construtores. Em outros países já existem incentivos para quem optar pela construção ecologicamente correta, aproveitando ao máximo o que de mais importante que a natureza fornece, respeitando sempre o meio ambiente, com especial atenção no que vem a tratar este trabalho, o reaproveitamento da água de chuva para fins domésticos e seu uso eficiente.

As construções sustentáveis, total ou parcial, consolidam os princípios de sustentabilidade, priorizam a eficácia energética e o uso racional da água, integrando assim, esforços de desejo mundial pela manutenção desses recursos para gerações futuras.

Para que esse objetivo se faça presente é necessário ter em atenção três aspectos importantes, o econômico, o social e o ambiental. Para que um projeto de construção civil seja considerado sustentável ele tem que ser economicamente viável, socialmente aceito e ambientalmente correto. Ao utilizar os recursos naturais de forma consciente, diminuindo o consumo e aumentando o reaproveitamento, contribui-se assim para que a qualidade de vida e consciência sustentável continue nas gerações futuras. Construções sustentáveis também podem gerar conforto e comodidade.

Apesar das construções sustentáveis agregarem valor maior que uma construção normal, cerca de 5% do valor total da obra, de médio a longo prazo a economia com água e energia, se for o caso na exceção, pode atingir 30%, compensando assim o custo adicional aplicado. Hoje em dia as inovações tecnológicas cada vez mais eficientes se apresentam mais acessíveis ajudando a introduzir o emprego da sustentabilidade em nossas vidas. Conclui-se então que a sustentabilidade tem como objetivo suprir as nossas necessidades presentes sem interferir nas necessidades futuras, é o consumo consciente dos recursos naturais com seu reaproveitamento.

O reaproveitamento de água de chuva, que é o âmbito desse trabalho, visto de uma maneira mais ampla, trará uma diminuição significativa no consumo de água potável usado para fins domésticos, dando assim uma trégua ao desperdício deste bem tão precioso e vital para nossa sobrevivência. Deste modo, o investimento num sistema de captação de água de chuva com o armazenamento adequado e tratamento com aplicação de ozônio para fins de reúso doméstico trará um ínfimo alívio ao meio ambiente e uma grande economia de água fornecida pela companhia de abastecimento.

A justificativa teórica à sustentabilidade de uma construção, é um sistema construtivo que altere consciências ao redor, de forma que atenda as necessidades do homem de hoje, respeitando e preservando o meio ambiente e seus recursos naturais, garantindo qualidade de vida a quem a escolhe como meta e também às gerações futuras.

2.1.1 - CARACTERÍSTICAS DE UMA CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL

São diversos os desafios para o setor da construção civil para realizar um projeto sustentável. O CIB, Conselho Internacional de Construção – (CIB é a abreviatura do (antigo) nome francês: "Conseil International du Bâtiment"), aconselha que um projeto de construção sustentável consista na redução e otimização do consumo de materiais e energia, na preservação do ambiente e na melhoria da qualidade de vida. Para tanto é recomendado seguir alguns pontos básicos no gerenciamento do projeto e construção.

- Mudança dos conceitos arquitetônicos convencionais, no âmbito de projetos flexíveis com possibilidades de adequação pra alterações futuras de uso e atendimento de novas necessidades, reduzindo as demolições.
- Procura de soluções que potencializem o uso racional de energia ou de energias renováveis.
- Gestão correta e ecológica da água.
- Diminuição do uso de materiais com elevado impacto ambiental.
- Redução dos resíduos da construção com variante de componentes para diminuir perdas e especificações que permitem a reutilização dos materiais empregues na construção.

Além disso, a construção e o gerenciamento do ambiente construído devem ser encarados dentro da perspectiva de ciclo de vida. No entanto, muitos edifícios considerados como “verdes” refletem apenas esforços para reduzir a energia incorporada e não passam de

construções convencionais, tanto na aparência e finalidade, como no processo construtivo final.

2.1.2 - TRATAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA COM OZÔNIO

O tratamento de água com ozônio, não é uma técnica recente. Esse sistema foi desenvolvido no século XVIII, e na época observou-se que o ozônio tinha uma grande capacidade de eliminar microrganismos, direcionando assim a ozonização no tratamento de água para abastecimento. Nos dias de hoje o tratamento é usado em larga escala em países desenvolvidos, principalmente na Europa, no Canadá e Estados Unidos, sendo este último, chegando a tratar em suas unidades de abastecimento até dois bilhões de litros de água por dia para suprir a necessidade de grandes cidades, como é o caso de Los Angeles que tem a maior instalação de tratamento por ozônio.

Além de tratar com eficiência microrganismos presente na água, o ozônio promove a redução de teores de ferro e manganês, remove também substâncias orgânicas não biodegradáveis (Faria, D.A., Urruchi, W). Em comparação ao cloro, que é normalmente utilizado no tratamento de água para abastecimento da população, segundo estudiosos, o ozônio chega a ser até 20 vezes mais eficiente, sendo 3.120 vezes mais rápido e letal para bactérias e microrganismos e ainda é importante ressaltar que é 100 vezes mais solúvel em água. Outra dinâmica positiva do ozônio é de não produzir subprodutos que poderiam interferir na qualidade final da água. O ozônio não consumido durante o processo de tratamento da água é decomposto naturalmente em oxigênio, além disso, não é necessário o transporte, manuseio e estocagem, uma vez que o equipamento é locado ao lado da cisterna de armazenamento, sendo capaz de suprir essa necessidade sem um elevado consumo de energia e baixo custo em manutenções.

Tomando como comparação o tratamento de água para abastecimento em cidades como Taubaté, o mais utilizado pelas companhias de abastecimento é o método por adição de sulfato de alumínio para floculação da água, para a remoção da parte sólida em suspensão quando essa é bombeada da fonte abastecedora (tendo como exemplo um rio) e posterior aplicação de cloro, o qual atua por difusão através da parede celular, para mais tarde atuar no interior da célula, como nas enzimas e proteínas. Antes porém, a água tratada por este método recebe ainda a adição de flúor como fase final de tratamento. Em meados dos anos 1970, o

cloro sofreu grande revés ao se descobrir que estava relacionado com a formação de compostos cancerígenos. No tratamento com adição de cloro, quando este entra em contato com compostos orgânicos existentes na água, dá-se origem aos trihalometanos (THM), composto esse derivado do metano, o qual está relacionado com as doenças cancerígenas, risco que estamos expostos diariamente quando utilizamos a água para beber ou quando absorvido pela pele ao tomarmos banho.

Já o ozônio age diretamente na parede celular levando a neutralização da célula em poucos milésimos de segundos destruindo assim os microrganismos nocivos à saúde. Além disso, o ozônio é capaz de várias ações de melhorias na água a ser tratada. O tratamento de água com ozônio pode ser considerado como um método eficiente e menos prejudicial ao ser humano.

Numa lavanderia hospitalar observou-se a ação do gás ozônio durante as lavagens das roupas utilizadas naquele local. Durante o processo de lavagem, a ação do ozônio se faz através da reação de oxidação das moléculas de sujeira presentes nas fibras dos tecidos, se dissolvendo na água utilizada, ajudando assim a sua remoção. A tabela a seguir mostra os valores observados:

QUADRO 1 - TAXAS DE DESINFECÇÃO

Taxas relativas de Desinfecção:

Desinfetante	Concentração Mg/l	Escheric. Coli por ml	Tempo p/ 99% de desinfecção - min.
Ozônio	0,1	0,1	0,08
Cloro	0,1	0,1	250,00

Concentração de Ozônio	Tempo de desinfecção	Espécie (vírus e patógenos)	Redução de nr. de microorg. vivos
10 mg/m ³	20 minutos	HbsAg	99,99%
0,5 ppm	5 minutos	Vírus da Gripe A	99,00%
0,13 mg/L	30 segundos	PV1	100,00%
40 µg/L	20 segundos	Coli Phage ms2	98,00%
0,25 mg/L	1 minuto	SA-H	99,60%
4 mg/L	3 minutos	HIV	100,00%
8 mg/m ³	10 minutos	Mycoplasma, Chamydia, e quaisquer patógenos	99,85%

FONTE: <http://www.planetacorpo.net/>

No domínio deste trabalho, propõem-se a reutilização de água de chuva para fins de abastecimento residencial para utilização doméstica tais como, banho, lavagem de roupa, lavagem de louça, descarga em banheiro, irrigação e outros. Segundo Francílio Paes Leme,

1979. "Análises comparativas do consumo de água e sua disponibilidade, com base nos índices pluviométricos, têm revelado, em várias partes do mundo, que não é mais possível consumir-se água sem que esta seja submetida a um tratamento refinado".

Para esse efeito, foi observado através de estudos realizados para a avaliação da qualidade química e biológica de água de chuva armazenada em cisternas, e neste estudo em questão, concluiu-se que a água armazenada pode ser boa. No entanto, é difícil atingir sem cuidados específicos, um padrão de qualidade com ausência de coliformes (Brito e Gnadlinger, 2006). A água da chuva não possui organismos patogênicos, mas pode contaminar-se devido ao contato com as superfícies de captação e armazenamento. Portanto, a qualidade microbiológica da água irá depender das condições de armazenamento, fatores como temperatura e tempo, manutenção e práticas sanitárias relacionadas ao sistema (Organização Mundial da Saúde - WHO, 2008). Como é do conhecimento da área científica, a coleta de água da chuva trás potenciais riscos a saúde devido à presença de possíveis contaminantes microbiológicos e químicos. Patógenos podem ter origem fecal de aves, mamíferos e répteis que têm acesso às áreas de captação ou armazenamento. A contaminação química pode ocorrer devido às emissões do tráfego e da poluição industrial em áreas urbanas ou devido ao uso agrícola de adubos e pesticidas nas áreas rurais (Sazaklia, 2007).

O tratamento com ozônio vai permitir a desinfecção desses patógenos com grande eficiência, levando a purificação de 99,9% desses microrganismos que se fazem presentes na água armazenada. Em relação à parte da contaminação química na água de chuva, um estudo mostrou que nesta composição deve-se à incorporação de elementos provenientes de duas fontes: natural e antropogênica (processos derivados de atividades humanas). O HCO_3^- (Íon hidrogeno carbonato - bicarbonato), presente na água de chuva tem origem no CO_2 atmosférico, associado à respiração vegetal e às emissões industriais e veiculares. Os íons Ca^{2+} (Cálcio), Mg^{2+} (Magnésio), Mn^{2+} (Manganês) e K^+ (Potássio) tem sua origem diretamente relacionada às rochas e solos da região adotada como exemplo, a cidade Rio Claro no estado de São Paulo, emitidos principalmente devido às atividades do pólo cerâmico existente no entorno desta cidade, enquanto os compostos NH_4^+ (amônia), NO_3^- (nitrito), Pb^{2+} (chumbo) podem ser associados a emissões industriais e de veículos.

Dentro deste projeto, ressalta-se o custo de implantação do sistema, desde a captação, armazenamento e tratamento. No entanto, considera-se pontual, sendo o mesmo dissolvido ao longo da operação do sistema nos anos seguintes. Além do equipamento que

será utilizado para a emissão do ozônio para a desinfecção da água armazenada, releva-se o uso de dois sistemas de filtragem que irão compor a eficiência do tratamento. Um será utilizado na pré-filtragem, antes do armazenamento e outro no pós-tratamento, sendo o último caracterizado pelo processo de filtragem dupla, com o objetivo de eliminar os poluentes químicos, dentre eles o mais perigoso, o chumbo(Pb^{2+}).

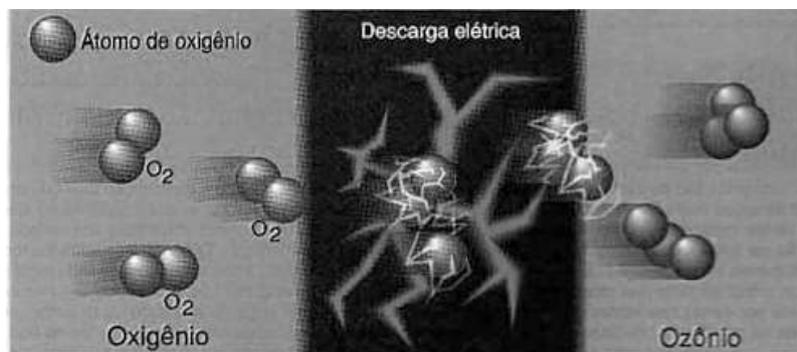
Conclui-se que o ozônio se mostra eficaz no combate a microrganismos e poluentes químicos no tratamento de água de chuva, sendo também economicamente viável e mais limpo, uma vez que seu método não implica a formação de resíduos na água tratada, podendo esta ser utilizada para uso doméstico como os referidos neste capítulo.

3 - METODOLOGIA NA UTILIZAÇÃO DO OZÔNIO

Uma das aplicações mais importantes do ozônio é o tratamento de água para abastecimento e efluentes. Neste trabalho, projeta-se a utilização do ozônio para o tratamento de água de chuva para abastecimento residencial.

O ozônio funciona como um oxidante muito poderoso, tem sido utilizado como alternativa para o tratamento de água, mostrando-se bastante eficaz no processo de descontaminação ambiental. O ozônio reage com uma classe numerosa de compostos orgânicos, devido principalmente ao seu elevado potencial de oxidação, sendo superior a outros compostos oxidantes, como o Peróxido de hidrogênio e o próprio cloro. O processo de oxidação envolve a troca de elétrons entre espécies químicas com mudança do estado de oxidação das espécies envolvidas. Quando uma espécie perde elétrons ou é oxidada e ao inverso quando a outra ganha ela reduz. Este processo é conhecido como oxirredução (Pádua, Valter Lúcio - Oxidação, cap. 9). O ozônio é um gás composto por três átomos de oxigênio e pode ser produzido de três formas diferentes, embora todas atinjam o mesmo objetivo. Existe o método de eletrólise, o método por ultra violeta e o método de descarga em corona, sendo este método mais conhecido e mais utilizado na produção artificial do ozônio. Esse método consiste na aplicação de alta tensão (15.000 volts ou mais) entre dois eletrodos por onde passa o oxigênio, recebendo assim as descargas elétricas. O oxigênio que passa entre os dois eletrodos é quebrado e se reagrupa formando o ozônio.

QUADRO 2-FORMAÇÃO DO OZÔNIO



FONTE: <http://www.ozonio.net>

O processo escolhido para ser apresentado neste trabalho, foi o método de descarga em corona: $3O_2$ descarga elétrica $2O_3 + 0,82 \text{ Kwh/Kg}$ (Luis, Angela di Bernardo - Ensaio de tratabilidade de água e dos resíduos gerados em estações de tratamento de água). O sistema usa um gerador de ozônio acoplado à uma bomba de ar comprimido para injetar continuamente no reservatório de água uma solução gasosa rica em bolhas de ar saturadas de ozônio, que oxidam e eliminam quaisquer impurezas da água. Essas bolhas de ar saturadas de ozônio também produzem uma ação de bombeamento que faz com que todo o conteúdo de seu reservatório circule e seja filtrado continuamente, a uma taxa de cerca de 25 litros por minuto (1500 litros por hora - mais de 36.000 litros por dia), como se pode observar nas especificações técnicas do gerador de ozônio adotado como exemplo no item 4.2.1.4 deste trabalho.

Como o ozônio é uma molécula muito instável, este processo é totalmente reversível, depois de algum tempo, cerca de vinte minutos, o ozônio se decompõe e volta à forma de oxigênio comum, não deixando nenhum outro resíduo nocivo à saúde e ao meio ambiente. O resultado tende a ser de alta qualidade para atender as necessidades propostas por este projeto. O aparelho escolhido para a composição deste trabalho, terá capacidade de gerar 10g/ h (dez gramas por hora de ozônio) o suficiente para tratar mais de dez mil litros de água. Segundo a <http://RMTECNOLOGIA.com.br/>, para tratar água com ozônio, utiliza-se 0,5 PPM (partes por milhão - 500 miligramas - 0,5 gramas) de ozônio para cada 1.000 litros de água. Para tratar uma piscina de 3000 litros, são necessários 1,5 gramas de ozônio, ou seja, 0,5 gramas de ozônio para cada 1.000 litros de água.

OBSERVAÇÕES:

PPM - partes por milhão – é uma medida de concentração. Isto indica quantas partes do gás em questão (ozônio, no nosso caso), existem em cada 1 milhão de partes de gás total. Por exemplo, se existe um estado de ozônio PPM, isso significa que para cada 1 milhão de partes de gás, um deles é o ozônio.

g / h (gramas / hora) – gramas de ozônio por hora – é uma medida da produção de ozônio. Este é o método mais comum de medir a saída de um gerador de ozônio. Podemos determinar quantos gramas de ozônio são produzidos pelo aparelho em uma hora de tempo.

O aparelho gerador de ozônio que irá realizar o processo de injeção do gás na cisterna, terá capacidade suficiente para garantir a desinfecção da água armazenada, segundo cálculos estabelecidos acima. Uma vantagem na utilização do ozônio para o tratamento de água de chuva, proposto neste trabalho é o seu baixo custo, tanto no investimento como no custo operacional, competem em igualdade com outros métodos utilizados no mercado.

Com base em cálculos dos índices pluviométricos da cidade de Taubaté, apresentaremos um projeto de tratamento de água de chuva por ozônio, desde a sua captação, pré filtragem, armazenamento e tratamento, cujo volume da cisterna foi calculado pelo método Rippl, onde o cálculo será apresentado no capítulo seguinte, bem como as dimensões das tubulações de captação, filtros utilizados, bombas e afins. O telhado do projeto ficará estabelecido como a matriz de captação principal, seguido pela passagem obrigatória pelas calhas e pré-filtro até armazenamento, seqüente do tratamento em questão, filtragem dupla final e abastecimento.

O método apresentado neste trabalho, nos faz pensar ser viável e eficiente. Foram realizadas pesquisas exaustivas relacionadas a utilização do ozônio para tratamento de purificação da água. Estes testes efetuados em laboratórios de universidades de renome nacional, onde através desses resultados obtidos pôde-se determinar a eficácia deste método de tratamento de água para consumo doméstico. No âmbito deste trabalho, a aplicabilidade desta modalidade de tratamento na água de chuva se mostra interessante a nível técnico e econômico. Levando em consideração as capacidades positivas inerentes ao ozônio, onde algumas já foram mencionadas anteriormente, como caráter demonstrativo, são expostas abaixo:

- Mata as bactérias, por contato, milhares de vezes mais rápido que o cloro ou o bromo.
- Mata os vírus por contato.
- Mata os esporos de algas, fungos e de bolores e leveduras.
- Oxida óleos e precipita metais pesados.
- Remove o excesso de ferro, manganês e enxofre por meio de um processo conhecido como micro floculação, tratando a água naturalmente, sem aditivos químicos.
- Remove cor e odor, deixando um aroma fresco e saudável.
- Reduz incrustações em equipamentos como tubulações e aquecedores de água e manchas de chuveiros, pias, banheiras e banheiros.
- Alta reatividade contra poluentes e agrotóxicos.
- Oxidação de compostos orgânicos.

- O ozônio não deixa resíduos, seu único subproduto é oxigênio puro.

Mediante o conteúdo apresentado, conclui-se que a dinâmica no tratamento de água de chuva com ozônio é de grande valia no aspecto ambiental, sócio-econômico e cultural. Nos remete a um novo ciclo de aceitação da mudança na visão futura da sustentabilidade.

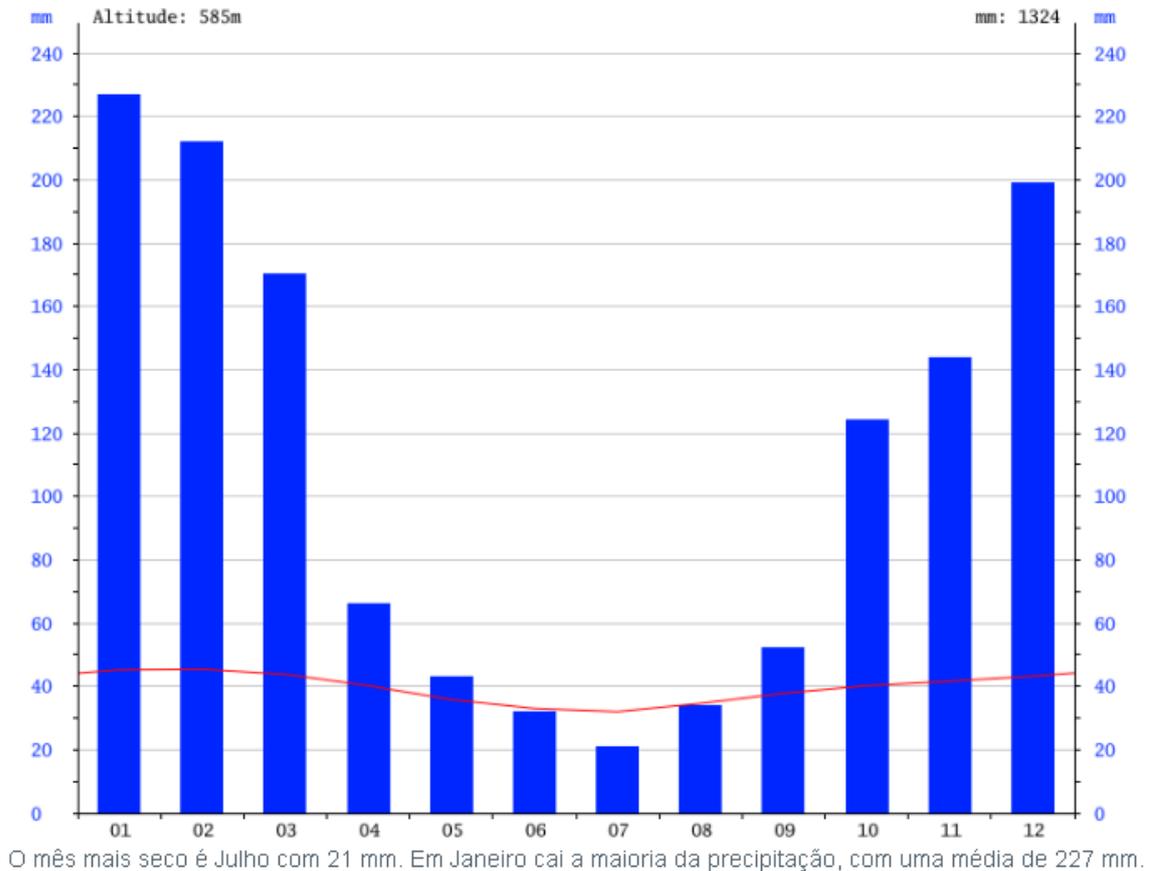
4 - ESPECIFICAÇÕES DO PROJETO DE CAPTAÇÃO, ARMAZENAMENTO E TRATAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA

Na continuidade das ações propostas, este capítulo tratará o detalhamento do projeto de captação, armazenamento e tratamento de água de chuva. Os materiais relacionados para a composição deste projeto foram adotados de acordo com as suas razões específicas de utilização. A qualidade dos materiais definidos, foi ponto importante no domínio deste trabalho, tendo atenção especial para a escolha de materiais de preços acessíveis. Caso o fato da implementação deste sistema venha se fazer presente numa eventual construção, o fator econômico deve ser o mais irrelevante possível ao propósito que este projeto se julgue a empreender com a sua finalidade.

4.1 - CÁLCULO DO DIMENSIONAMENTO DO VOLUME DA CISTERNA

Como foi colocado no capítulo anterior, o volume previsto da cisterna que fará parte deste projeto, foi calculado pelo método de Rippl (Rippl, 1883 apud Raudkivi, 1979), este método é o mais comumente usado em aproveitamento de água de chuva devido a sua simplicidade e facilidade de aplicação. O valor extremo do volume do reservatório geralmente se apresenta em lugares onde há grande variabilidade nas precipitações médias mensais, como é o caso da cidade de Taubaté, onde se pode observar essa variação apresentada pelo gráfico de precipitações a seguir.

QUARDO 3 - ÍNDICE PLUVIOMÉTRICO DA CIDADE DE TAUBATÉ-2018



FONTE: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/sao-paulo/taubate-4219/>

Torna-se importante obter este valor para referência máxima no dimensionamento em questão. Em regiões quando não há grande variação entre as precipitações médias mensais a determinação do volume de uma cisterna pelo método de Rippl se julga incompatível.

Para se iniciar o cálculo do dimensionamento da cisterna, tomou-se como exemplo uma residência de uma família de 4 moradores. Partindo-se do princípio que cada morador use diariamente 40 litros de água, temos um consumo diário de 160 litros, consumo mensal de 4.800 litros e consumo anual de 57.600 litros.

É importante considerar para a composição final de cálculo do volume da cisterna, a área da matriz principal de captação, no caso deste dimensionamento, o telhado em questão terá 100 m² de área.

Através de uma planilha de cálculo, na qual se baseia o método de Rippl, os dados referentes ao índice pluviométrico da cidade de Taubaté e o exemplo do consumo residencial

acima referido, foram inseridos nesta tabela de cálculo e obteve-se o volume ideal da cisterna para o abastecimento da residência em questão.

Segue o dimensionamento do reservatório pelo método de Rippl para demanda constante de 4,80 m³/mês, baseado no índice pluviométrico da cidade de Taubaté para uma área de captação de água de chuva de 100 m².

QUADRO 4- TABELA DE CÁLCULO MÉTODO RIPPL

RIPPL	chuva média	demanda mesal	area de captação	volume chuva mensal	dif. Demanda e vol. Mensal	diferença ac. 6 val.+	Obs
MESES	mm	m ³	m ²	m ³	m ³	m ³	
janeiro	227	4,8	100	18,2	-13,4	0,0	E
fevereiro	212	4,8	100	17,0	-12,2	0,0	E
março	170	4,8	100	13,6	-8,8	0,0	E
abril	66	4,8	100	5,3	-0,5	0,0	E
maio	43	4,8	100	3,4	1,4	1,4	D
junho	32	4,8	100	2,6	2,2	3,6	D
julho	21	4,8	100	1,7	3,1	6,7	D
agosto	34	4,8	100	2,7	2,1	8,8	D
setembro	52	4,8	100	4,2	0,6	9,4	D
outubro	124	4,8	100	9,9	-5,1	0,0	S
novembro	144	4,8	100	11,5	-6,7	0,0	S
dezembro	199	4,8	100	15,9	-11,1	0,0	S
					volume calculado	9,4	
SOMA	1324	57,6		105,9	volume adotado	10,0	

FONTE: MÉTODO RIPPL - EXCEL

Para um melhor entendimento do dimensionamento descrito acima, segue a explicação dos cálculos efetuados.

- Coluna 1 - meses do ano.
- Coluna 2 - chuvas médias mensais em milímetros do município de Taubaté.
- Coluna 3 - A demanda mensal calculada neste capítulo foi de 4.800 litros. A demanda também pode ser denominada de consumo mensal. Para o efeito, neste cálculo o valor da demanda foi inserido em metros cúbicos na tabela Rippl. Nota-se que anualmente temos o máximo de 105,9 m³ e que a média encontrada é de 8,8 m³/mês. O volume total da demanda ou do consumo 57,6 m³/ano deve ser menor ou igual ao volume total de chuva da coluna 5 que é 105,9 m³/ano.
- Coluna 4 - Área de captação da água de chuva, matriz principal de captação.

- Coluna 5 - Volumes mensais disponíveis da água de chuva. É obtido multiplicando-se o valor da coluna 2 pelo da coluna 4 e pelo coeficiente de Runoff) de 0,80 e dividindo-se por 1.000 para que o resultado do volume seja em metros cúbicos.
- Coluna 6 - É a subtração coluna 3 pela coluna 5. São os volumes da demanda e os volumes de chuva mensais. O sinal negativo indica que há excesso de água e o sinal positivo indica que o volume de demanda supera o volume de água disponível.
- Coluna 7 - As diferenças acumuladas da coluna 6, onde são consideradas somente os valores positivos. Para preencher esta coluna, deve-se admitir que o reservatório está cheio. Os valores negativos não foram considerados, por corresponderem aos meses em que há excesso de água (volume disponível superando a demanda). Começa-se com a soma pelos valores positivos, prosseguindo-se até a diferença se anule, desprezando-se todos os valores negativos seguintes, recomeçando-se a soma quando aparecer o primeiro valor positivo (Garcez, 1960, p.56 Volume II). O volume máximo obtido na coluna 7 pelo Método de Rippl é de 9,4m³. Portanto, a cisterna para suprir a demanda constante de 4,8 m³/mês deverá ter 9,4 m³ de capacidade. Sabendo-se da dificuldade de encontrar no mercado cisternas com dimensões exatas ao calculado neste método, propõem-se a utilização de uma cisterna de 10.000 litros de capacidade.
- Coluna 8 - Usa-se as letras E, D e S para preencher a coluna 8. Essas letras correspondem respectivamente a: E = água escoando pelo extravasor de segurança; D= nível de água baixando; S= nível de água subindo.

Nos primeiros quatro meses do ano, pelos valores negativos apresentados, presume-se que há escoamento de água pelo extravasor de segurança, devendo ser representados pela letra E. Quando o nível de água do reservatório começa a baixar em maio, como se pode observar na tabela, nota-se que esses valores positivos vão até setembro, onde se registra a maior diferença, sendo assim, a letra que deve representar essa fase é a letra D. Em outubro o volume começa a extravasar novamente, indo até dezembro e a representação deste período é feita pela letra S.

4.2 -MATERIAIS E EQUIPAMENTOS EMPREGUES NA COMPOSIÇÃO DO PROJETO.

Os equipamentos adotados para compor o projeto referido, foram selecionados de acordo com as suas especificações nas quais se faz crer adequadas para a finalidade escolhida. No cerne do contexto deste projeto, apresentaremos uma tabela com os equipamentos citados, demonstrando o propósito de cada um, locação e custo de aquisição. Segue abaixo a tabela de equipamentos e o esquema representativo de instalação do projeto.

QUADRO 5 - TABELA DE EQUIPAMENTOS

EQUIPAMENTO	QUANT.	VALOR MÉDIO	FINALIDADE	LOCAÇÃO	OBS
Pré-filtro de Cisterna	1	1000	Primeira Filtragem da água captada	Circuito final das calhas, pré cisterna	
Cisterna 10.000 litros	1	4000	Armazenamento e tratamento da água captada	Nas adjacências da residência	
Gerador de Ozônio 10g/h	1	5000	Gerador e injetor de gás ozônio	Mais próximo possível da cisterna	*1
Medidor de nível	1	550	Elucidar a disponibilidade do reservatório	Fixado no interior da tampa da cisterna, apontado à superfície da água	
Bomba centrífuga	1	500	Transporte da água tratada p/ a reservatório de abastecimento	Ao lado da cisterna	
Filtro Duplo de alta vazão	2	1000	Filtragem final do sistema	Pós tratamento, pré reservatório doméstico	
Caixa d'água 1.000 litros	2	900	Reservatório Sabesp e Reservatório doméstico (ozônio)	Laje da residência, local escolhido pelo proprietário	
Tubulações Necessárias	*****	Não contabilizadas devido a particularidade de cada projeto	captação e distribuição	Demonstrado no esquema de instalação do projeto	*2
Preço Total Investimento		12950			*3

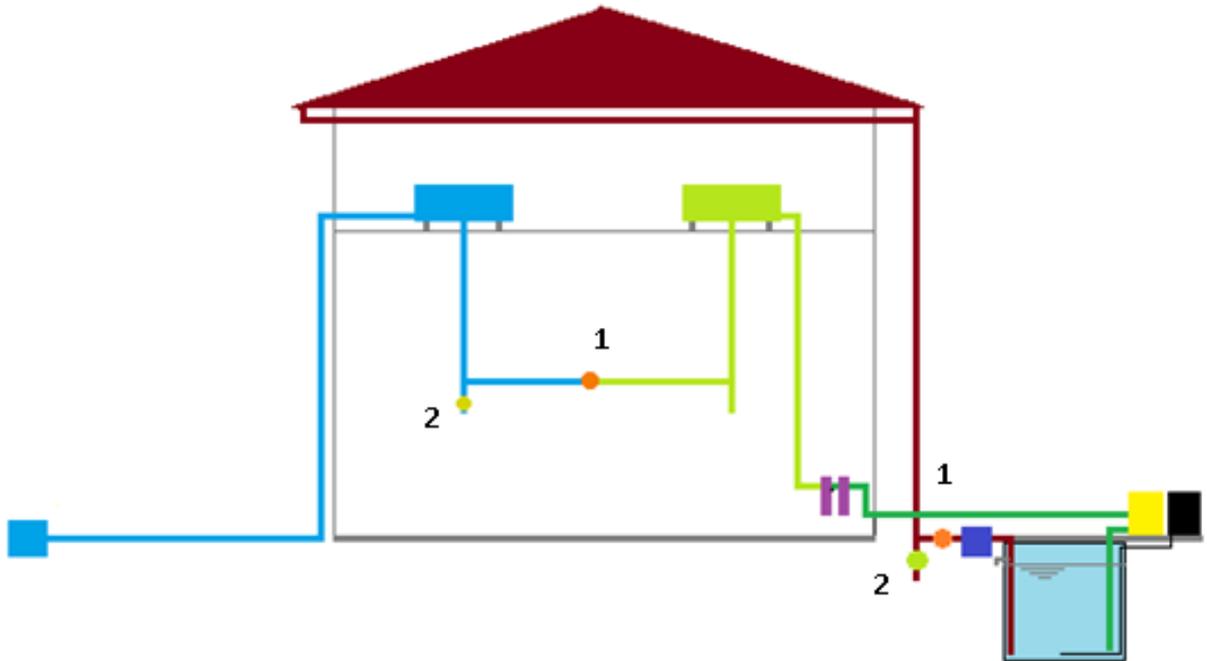
OBSERVAÇÕES:

(*1) Os geradores existentes no mercado variam nas especificações de fornecedor para fornecedor, alguns já vêm acoplados com a bomba injetores de oxigênio, por isso pode haver diferença de preços. O valor adotado é uma média.

(*2) Quantidade necessária de acordo com as dimensões da residência e área de captação. Tubulação de 3/4 para abastecimento da caixa d'água tratada com ozônio. Tubulação de 100 mm para captação da água de chuva vindo das calhas.

(*3) Valores expresso em reais

ESQUEMA REPRESENTATIVO DE INSTALAÇÃO DO PROJETO



Número 1 - Registro de Transição

Número 2 - Registro de Segurança

LEGENDA	
	Sabesp - Potável
	Doméstico - Tratamento Ozônio
	Captação de Água de Chuva
	Pré Filtro
	Gerador de Ozônio
	Cisterna 10.000 litros
	Bomba Centrífuga
	Filtro Duplo

4.2.1 - ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS E DETALHAMENTO DOS EQUIPAMENTOS

4.2.1.1 - PRÉ FILTRO DE CISTERNA

Para um armazenamento adequado da água de chuva com a maior qualidade possível em purificação, adotou-se a instalação de um pré filtro (FILTRO VOLUMÉTRICO 3P TECHNIK) que terá a capacidade de retirar a maioria das impurezas provenientes da captação que inevitavelmente processa-se pelo arrastamento quando a chuva entra em contato com a matriz de captação e as calhas coletoras. Graças a seu sistema duplo de limpeza (peneira grossa e fina) é eficaz com grandes volumes de vazões. Em função da acentuada inclinação do miolo filtrante a sujeira é separada continuamente e encaminhada para a galeria pluvial. Suas dimensões adéquam as tubulações de captação da água de chuva deste projeto. As especificações técnicas e ilustrações deste produto encontram-se no capítulo 5, ANEXOS.

4.2.1.2 - CISTERNA - RESERVATÓRIO - CAPACIDADE 10.000 LITROS

A cisterna adotada para inclusão neste projeto foi a CISTERNA ACQUALIMP AZUL DE CAPACIDADE DE 10.000 LITROS, fornecida pela empresa ACQUALIMP. É feita de PEAD- Polietileno de Alta Densidade, com dimensões de 194 cm de altura e 282 cm de diâmetro. Possui tampa com vedação total contra impurezas, insetos, animais e sujeiras, base plana para eventual reserva de incêndio. A empresa dispõe de especificações para sua instalação e sugere que o comprador faça uma base de concreto armado de 5 a 10 centímetros de espessura como base de assentamento, sendo ela aterrada ou na superfície. As ilustrações desse equipamento encontram-se no capítulo 5, ANEXOS.

4.2.1.3 - GERADOR DE OZÔNIO - 10 g/h - SISTEMA DE OZONIZAÇÃO

Como há diversos aparelhos geradores do ozônio que trabalha pelo método de descarga em corona, realizamos uma média de desempenho dos aparelhos comercializados no

Brasil, produzidos ou não aqui. Tomamos como exemplo um gerador de ozônio de 10 g/h. O reservatório onde será aplicado o tratamento com ozônio terá, como já mencionado, a capacidade de 10.000 litros. Segundo fornecedores, um gerador de ozônio com capacidade de produção de 10 g/h, pode fazer a purificação deste volume em cerca de quatro horas, tratando em média 2400 litros/hora. Esta particularidade no tempo de tratamento não é explicitada por todos os fornecedores, por este motivo calculamos uma média baseando-se nas especificações técnicas apresentadas pelos equipamentos que analisamos. No Brasil há empresas que comercializam este produto já com grande saída no mercado brasileiro e sul americano. Mas a maioria dos geradores disponíveis para venda são importados. Por essa razão selecionamos as especificações técnicas de um aparelho que é fabricado na China pela empresa GUANG JIAHUAN APPLIANCE TECHNOLOGY CO., LTD, podendo ser adquirido via internet. As especificações técnicas e ilustrações deste produto encontram-se no capítulo 5, ANEXOS.

4.2.1.4- MEDIDOR DE NÍVEL PARA CISTERNAS - ULTRASSÔNICO

Consiste num equipamento eletrônico que mede e informa em tempo real o nível de água do reservatório. As informações são enviadas por meio de um sensor ultrassônico o qual não tem contato com a água. O aparelho é fixado na tampa do reservatório e ligado a central que informa o nível, a leitura é feita através de leds que são numerados correspondendo a indicação da quantidade de água disponível no reservatório. As especificações técnicas e ilustrações deste produto encontram-se no capítulo 5, ANEXOS.

4.2.1.5 - BOMBA CENTRÍFUGA 1/4 CV DANCOR 127V

Depois que a água se apresenta tratada na cisterna e pronta para o uso a qual foi destinada, a BOMBA CENTRÍFUGA que será alocada ao lado da cisterna, realizará o transporte do volume suficiente para encher o reservatório designado doméstico que se encontra assentado na laje da residência, tais informações podem ser observadas pelo esquema representativo de instalação do projeto no item 4.2. As especificações técnicas e ilustração deste equipamento encontram-se no capítulo 5, ANEXOS.

4.2.1.6- FILTRO DUPLO DE ALTA VAZÃO

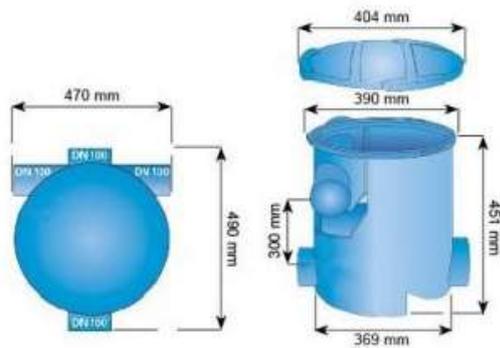
Após o tratamento com o ozônio da água armazenada na cisterna, isto é, agora pronta para o seu bombeamento, ela passará pelo sistema de dupla filtragem antes de realizar o percurso até o reservatório doméstico. Esse método consiste em passar a água por dois cilindros de polipropileno munidos de filtros específicos. No primeiro cilindro (filtro 1) a água entrará em contato com um filtro de poliéster plissado que reduz impurezas como areia, barro e outras partículas e na segunda fase (filtro 2) passará pelo filtro de carvão ativado que reduz os químicos presentes na água. Esses filtros são denominados de alta vazão, fazendo que não reduzam a pressão da água quando bombeada para o reservatório doméstico. A água ficará num estado aceitável de limpeza podendo a mesma ser utilizada para os propósitos designados no contexto deste trabalho. As especificações técnicas e ilustrações destes produtos encontram-se no capítulo 5, ANEXOS.

4.2.1.7- RESERVATÓRIO DE ABASTECIMENTO - CAIXA D'ÁGUA 1000 L FORTLEV COM TAMPA

Como pode ser observado no esquema representativo de instalação do projeto no item 4.2, os reservatórios de água tratada da rede de abastecimento (Sabesp) e doméstico (tratada com ozônio) encontram-se alocados na laje da residência, facilitando a distribuição do abastecimento por gravidade para os quais são destinados. Ambos reservatórios têm capacidade de armazenar 1.000 litros cada. O abastecimento realizado pelo reservatório da Sabesp vai suprir a necessidade potável da residência, podendo variar para abastecimento total caso haja falha crítica do abastecimento do tratamento por ozônio. Por outro lado o abastecimento efetuado pelo reservatório designado doméstico, a princípio só iria suprir as necessidades básicas da residência que estão relacionadas ao uso de descargas, irrigação, lavagem de automóveis e quintais. Mas com a instalação da dupla filtragem, item 4.2.1.6, que antecede o fornecimento do reservatório designado doméstico, e os demais cuidados que se pensou para a purificação da água de chuva, entende-se que há um nível de segurança aceitável ao reúso desta água para fins relacionados a banhos e serviços de cozinha, como lavar louça por exemplo. Mas apesar da segurança atribuída a água tratada com ozônio, releva-se criteriosamente **o não reúso dessa água para fins potáveis**. As especificações técnicas e ilustração deste produto encontram-se no capítulo 5, ANEXOS.

5- ANEXOS

5.1 - PRÉ FILTRO DE CISTERNA



5.2 - CISTERNA - RESERVATÓRIO - CAPACIDADE 10.000 LITROS



5.3 - GERADOR DE OZÔNIO - 10 g/h - SISTEMA DE OZONIZAÇÃO

Especificações Técnicas do Gerador de Ozônio por Descarga em Corona - MODELO JW 10g/h

Tensão de entrada: 110/220V - 50-60HZ

Potência de entrada: 980w

Tecnologia: Descarga em Corona

Saída de ozônio: 10g/h

Concentração de ozônio: 60-80 mg/l

Ritmo do fluxo de água: Mais de 1,5 m³/h

Concentração de água ozonizada: Mais de 1 PPM

Método de resfriamento: Água e ar

Dimensões (mm): 880x510x1060 (comp.x larg. x alt.)

Peso: 110 kg



5.4 - MEDIDOR DE NÍVEL PARA CISTERNAS - ULTRASSÔNICO

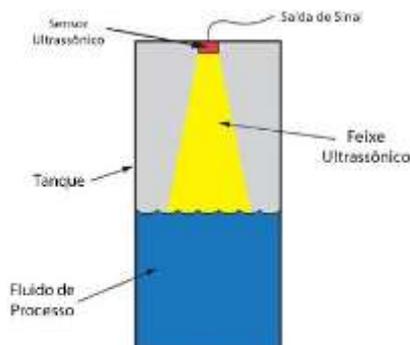
Especificações Técnicas do MEDIDOR DE NÍVEL PARA CISTERNAS

Tensão de Alimentação: 90 ~ 250V(CA)

Tensão de operação: 12V(CC)

Medidas da central: 155mm X 100mm X 75mm

Bateria 12V: (opcional)



5.5 - BOMBA CENTRIFUGA 1/4 CV DANCOR 127V

Especificações Técnicas da BOMBA CENTRIFUGA 1/4CV DANCOR 127V

- Fonte de alimentação: Bivolt
- Potência: 1/4 CV
- Vazão mínima: 2 m³/h
- Vazão máxima: 7 m³/h
- Sucção vertical: 6 m
- Pressão: 1,4 bar
- Peso: 5,94 kg



5.6 - FILTRO DUPLO DE ALTA VAZÃO

Especificações Técnicas do filtro 1 - FILTRO BIG BLUE COM REFIL PLISSADO

- Composição: Poliéster plissado e polipropileno
- Altura: 20"
- Diâmetro: 4" 1/2
- Temperatura de operação : 50°C máx.-5°C mín.
- Grau de filtração : 50 micra (um grão de areia possui de 200 a 500 micra.)
- Alta vazão : 4.200 litros/hora
- A durabilidade do refil é de 6 meses - baixo custo



50 Micra

Filtro Big blue 20 Polegadas com refil plissado 50 micra

Especificações Técnicas do filtro 2 - FILTRO BIG BLUE COM REFIL CARVÃO BLOCK

- Composição: Elemento de carvão em bloco
- Altura: 20"
- Diâmetro: 4 ½"
- Tempo de troca: 6 meses
- Temperatura de operação: 50°C máx. - 5°C mínimo
- Vazão Recomendada: 1500 litros/hora
- Pressão máxima 6 bar
- Pressão recomendada 3 bar
- Grau de filtração 5 micra
- Retenção de cloro >75%



Carvão Block

Filtro Big blue 20 Polegadas com refil
carvão block

5.7 - RESERVATÓRIO DE ABASTECIMENTO - CAIXA D'ÁGUA 1000 L COM TAMPA FORTLEV

Especificações Técnicas do RESERVATÓRIO DE ABASTECIMENTO - CAIXA D'ÁGUA 1000 L COM TAMPA FORTLEV

- Formato: redonda
- Marca: FORTLEV
- Capacidade: 1000 litros
- Tipo de tampa: encaixe
- Dimensões: 152 cm de diâmetro (encaixe da tampa), 94 cm (altura) - fechada
- Peso: 18 kg
- Material: Polietileno



6 - CONCLUSÃO

Conclui-se que a principal tarefa do engenheiro civil é de ajudar o mundo, ele dedica seu tempo em criar idéias que suportam teses, que por sua vez suportam sonhos, e estes formam a base da realidade que nos acolhe. A engrenagem do empreendedorismo nunca para, e detém o cerne das conquistas ao longo da vida. No mundo em que hoje vivemos, nos leva a pensar na importância da mudança na concepção e nas decisões de como administrar a visão correta em nossos projetos. A diferença não pode estar somente no ganho material, visto que o lucro na ciência é a grande conquista do ser humano. Crescer e ajudar a mudar a visão futura do mundo é parte fundamental no contexto da consciência construtiva sustentável. A convicção que abrange este trabalho advém da necessidade de incentivar a criação de projetos que atenuem o desperdício de água potável, nomeadamente, a utilização de água de chuva tratada para o seu reuso em situações que poderia substituir com a segurança devida, a água fornecida pelas companhias de abastecimento. O método sugerido e apresentado no contexto desse trabalho, surge com potencial para criar perspectivas na área sustentável, procurando equilibrar as diferenças relativas ao consumo doméstico de água. A base técnica fundamental proposta para o tratamento de água de chuva neste trabalho, converge à distinção na aplicação do gás ozônio como suporte principal no tratamento de purificação de água de chuva captada em residências comuns, podendo estender-se a outros tipos de empreendimentos que acedam ao cenário sustentável vigente. Está em nossas mãos a alternativa para um conceito acessível e sustentável para conceber um mundo melhor aos que farão parte das gerações futuras. Hoje projetamos com fé na ciência do amanhã, focando nas mudanças necessárias que são susceptíveis da consideração humana, pois não obstante cremos que o grau de comprometimento é que determina o sucesso.

7 - REFERÊNCIAS

BERNARDO, LUIS, ANGELA DI, Ensaios de tratabilidade de água e dos resíduos gerados em estações de tratamento de água.

GARCEZ, 1960, p.56 Volume II - <http://fliphtml5.com/iihj/jdpf/basic/101-150>

<https://viafiltrosshop.com.br>

<http://www.pliniotomaz.com.br>

<https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/sao-paulo/taubate-4219/>

<http://www.ozonio.net>

<https://www.acqualimp.com/>

<http://www.techfilter.com.br>

<http://www.philozon.com.br>

<http://www.inicepg.univap.br>

<http://www.newtoncbraga.com.br>

<http://www.planetacorpo.net/>

<http://rmtecnologia.com.br/>

<https://maisengenharia.altoqi.com.br>

<https://www.who.int/whr/2006/>

<http://www.scielo.br>

<https://www.3ptechnik.com/>

<http://www.agua-de-chuva.com>

<https://www.aqua-nobilis.com>

<http://www.rmtecnologia.com.br/>

<http://www.bibl.ita.br/xiiiencita/FUND13.pdf>

LEME, F. PAES, Teoria e técnicas de tratamento de água.

PÁDUA, VALTER LÚCIO, Contribuição ao estudo da remoção da cianobactérias e micrcontaminantes orgânicos por meio de técnicas de tratamento de água para consumo humano.