

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS - UEA
ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA – EST
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA

DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA MECÂNICO DE REUSO DE ÁGUA
NÃO POTÁVEL DE UMA UNIDADE HOSPITALAR EM MANAUS-AM.

NATHALIE MARCIÃO GUEDES

MANAUS
2019

**DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA MECÂNICO DE REUSO DE ÁGUA
NÃO POTÁVEL DE UMA UNIDADE HOSPITALAR EM MANAUS-AM**

NATHALIE MARCIÃO GUEDES

Projeto de pesquisa desenvolvido durante a disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II e apresentada à banca avaliadora do Curso de Engenharia Mecânica da Escola Superior de Tecnologia da Universidade do Estado do Amazonas, como pré-requisito para obtenção do título de Engenheira Mecânica.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Claudio Kieling

MANAUS

2019

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Sistema Integrado de Bibliotecas da Universidade do Estado do Amazonas.

274d Guedes, Nathalie Marcião
DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA
MECÂNICO DE REUSO DE ÁGUA NÃO POTÁVEL DE
UMA UNIDADE HOSPITALAR EM MANAUS-AM. /
Nathalie Marcião Guedes. Manaus : [s.n], 2019.
47 f.: il., color.; 30 cm.

TCC - Graduação em Engenharia Mecânica -
Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, 2019.
Inclui bibliografia
Orientador: Antônio Claudio Kieling

1. Reuso de água. 2. Filtro de água. 3. Reuso não
potável. I. Antônio Claudio Kieling (Orient.). II.
Universidade do Estado do Amazonas. III.
DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA MECÂNICO
DE REUSO DE ÁGUA NÃO POTÁVEL DE UMA
UNIDADE HOSPITALAR EM MANAUS-AM.

Elaborado por Jeane Macelino Galves - CRB-11/463

**DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA MECÂNICO DE REUSO DE ÁGUA
NÃO POTÁVEL DE UMA UNIDADE HOSPITALAR EM MANAUS-AM.**

NATHALIE MARCIÃO GUEDES

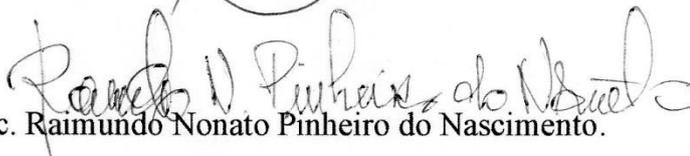
Projeto de pesquisa desenvolvido durante a disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II e apresentada à banca avaliadora do Curso de Engenharia Mecânica da Escola Superior de Tecnologia da Universidade do Estado do Amazonas, como pré-requisito para obtenção do título de Engenheira Mecânica.

Manaus, 12 de dezembro de 2019.

Banca examinadora:



Orientador: Prof Dr. Antonio Claudio Kieling



Prof MSc. Raimundo Nonato Pinheiro do Nascimento.



Prof Dr. Gabriel Federico Llerena.

Dedico este trabalho aos meus pais, Thatiana e Nonato, que sempre me proporcionaram condições adequadas para crescer na vida, além do apoio, amor e carinho.

Ao meu namorado e amigo, Henrique, por ter passado seu tempo estudando junto comigo e me motivando nos momentos mais difíceis.

Gostaria de registrar meu agradecimento ao meu cachorro, amigo Frederico que esteve todos os momentos ao meu lado e me confortou nos momentos difíceis.

AGRADECIMENTOS

Para elaboração e apresentação deste trabalho várias pessoas me ajudaram e me apoiaram de forma incondicional, e agradecer é o mínimo que eu posso fazer para demonstrar minha gratidão. Então, agradeço, primeiramente à Deus, por estar sempre comigo me dando a força necessária para seguir sempre pelo caminho correto e honesto da vida.

Agradeço também a todas as pessoas e entidades que contribuíram para que eu pudesse desenvolver e concluir este trabalho. E foram muitos os que, de alguma forma, direta ou indireta, deram essa contribuição.

Não posso furtar-me a registrar o meu agradecimento aos professores de Engenharia Mecânica, a todos os funcionários, a Coordenação e aos meus colegas de curso, com os quais pude estabelecer uma convivência pessoal e intelectual ao longo de todo esse tempo.

Agradeço ainda ao meu orientador, Dr. Antonio Claudio Kieling, que me forneceu todo o auxílio que realizar o meu trabalho de pesquisa.

Agradeço ainda aos meus familiares, obrigados a conviver com as tensões, incertezas, angústias, momentos de frustração e de desânimo, sucedendo-se ao longo de meses e meses de estudo, e, por certo, afetando-os de algum modo. A eles dedico a minha alegria por chegar ao fim deste percurso.

A todos estes (e a todos aqueles que, por falta minha, não foram mencionados) o meu muito obrigado.

“É muito melhor lançar-se em busca de conquistas grandiosas, mesmo expondo-se ao fracasso, do que alinhar-se com os pobres de espírito, que nem gozam muito nem sofrem muito, porque vivem numa penumbra cinzenta, onde não conhecem nem vitória, nem derrota”

(Theodore Roosevelt)

RESUMO

Em tempos de grande preocupação com o meio ambiente e de propagação dos conceitos que visam a preservação dos recursos hídricos, encontram-se desafios no abastecimento de água pelo mundo, principalmente nos grandes centros urbanos. O reuso da água tem se tornado mais importante e, cada vez mais, os efluentes de estações de tratamento de esgotos vêm se destacando como uma fonte alternativa de água para fins que não necessitam de água potável. No entanto, a falta de regulamentação nacional sobre o assunto pode trazer consequências indesejáveis como riscos à saúde pública e ao meio ambiente, o uso de práticas inadequadas, conflitos de competências e de interesses, levando ao descrédito da prática do reuso. Este trabalho tem como objetivo implantar um sistema de filtragem para garantir uma melhor qualidade a água e abrir a possibilidade do reuso em uma unidade hospitalar de Manaus. A pesquisa abre possibilidade para implantação de tecnologias de tratamentos de efluentes capazes de atender locais com necessidade de demanda de água.

Palavras chave: Reuso de água. Filtro de água. Reuso não potável. Tratamento de efluentes.

ABSTRACT

In times of great concern for the environment and the spread of concepts aimed at the preservation of water resources, there are challenges in water supply around the world, especially in large urban centers. Water reuse is becoming more important and, increasingly, sewage treatment effluent is becoming an alternative source of water for purposes that do not require drinking water. However, the lack of national regulation on the subject can bring undesirable consequences such as risks to public health and the environment, the use of inappropriate practices, conflicts of competences and interests, leading to discrediting the practice of reuse. This work aims to implement a filtration system to ensure better water quality and open the possibility of reuse in a hospital unit in Manaus. The research opens the possibility for the implementation of effluent treatment technologies capable of meeting places in need of water demand.

Keywords: Water reuse. Water filter. Non-potable reuse. Wastewater treatment.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Classificação dos tipos de reuso segundo Westerhoff (1984)	18
Figura 2 - Sistema da ETE.....	25
Figura 3 - Carvão ativado granulado.....	29
Figura 4 - Cascalho de granulometria 0,5 a 0,9 mm.....	29
Figura 5 - Aparelho de desinfecção ultravioleta.....	30
Figura 6 - Fluxograma de procedimentos.....	32
Figura 7 - Gradeamento da ETE.....	34
Figura 8 - Bombeamento para os tanques de aeração.....	35
Figura 9 - Tanque de Aeração que corresponde a etapa anaeróbia e aeróbica.....	35
Figura 10 - Tanque referente a etapa de decantação.....	36
Figura 11 - Saída do tanque para armazenamento de água tratada.....	36
Figura 12 - Conjunto filtro e Bomba Dancor.....	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Consumo estimado de água na unidade hospitalar.....	38
Tabela 2 - Consumo de água.....	39
Tabela 3 - Valor pago pela distribuição de água.....	40
Tabela 4 - Gastos com montagem do filtro.....	40
Tabela 5 - Recursos necessários para implantação do filtro de carvão ativado.....	41

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas.

ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental.

E.T.E. - Estação de tratamento de efluentes.

ONU - Organização Mundial nas Nações Unidas.

PNRH - Política Nacional de Recursos Hídricos.

SINGREH - Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

ANA - Agência Nacional de Águas.

EAS - Estabelecimento Assistencial de Saúde.

RDC - Resolução de diretoria Colegiada.

PRFV - Plástico Reforçado com Fibra de Vidro.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.2 OBJETIVO GERAL	15
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
1.4 JUSTIFICATIVA.....	16
2 REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1 HISTÓRICO	17
2.2 O REUSO DA ÁGUA	18
2.3 LEGISLAÇÃO HÍDRICA DO BRASIL	20
2.4 INFRAESTRUTURA DE ESTABELECIMENTOS ASSISTENCIAIS DE SAÚDE.....	22
2.5 CRITÉRIOS DE QUALIDADE DA ÁGUA PARA REUSO	23
2.6 MÉTODO PAYBACK	24
2.7 TRATAMENTO DE EFLUENTES.....	24
2.8 FILTRO DE CARVÃO ATIVADO	28
3 METODOLOGIA	31
3.1 MÉTODOS	31
3.2 TÉCNICAS	31
3.3 PROCEDIMENTOS	32
4. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS	34
4.1 APRESENTAÇÃO DA ETE DA UNIDADE HOSPITALAR.....	34
4.2 DADOS DO FILTRO	37
4.3 ANÁLISE DE RESULTADOS	38
SÍNTESE CONCLUSIVA	43
REFERÊNCIAS	45

1 INTRODUÇÃO

A água é o elemento vital e principal para o homem. O termo água é utilizado para definir a forma natural, da maneira em que ela é encontrada na natureza. Mas, quando se utiliza, capta e prioriza para qualquer uso, a água passa a ser considerada como um bem econômico e a partir daí classificada como recurso hídrico (BAZI; KIELING, 2015). A água é um bem finito e um insumo básico para a sociedade, o uso inadequado desse recurso, em decorrência do desenvolvimento de atividades agrícolas e industriais, aliados a fatores de urbanização desordenada e ao crescimento populacional tem provocado de forma abrangente a poluição dos mananciais superficiais. Em consequência, processos de reutilização e a produção de água de boa qualidade, dentro dos padrões mundiais de potabilidade tem sido cada vez mais necessária.

A implantação de um sistema mecânico de filtração como o filtro de carvão ativado seria o ideal, pois é um tratamento avançado de água, utilizado principalmente para remover material orgânico, geralmente biodegradáveis, material não orgânico (compostos estáveis e de difícil degradação) e organismos patogênicos, contidos em águas superficiais ou subterrâneas. A remoção de contaminantes é processada por meio de três mecanismos básicos: biodegradação, absorção de micropoluentes e filtração de sólidos suspensos, por fim água para reuso de diversas formas.

1.1 PROBLEMA

A água é um bem comum de alto valor para a humanidade e deve ser preservada com cuidados para sua não contaminação. Existe um consumo, considerável de água em diversas operações realizadas comumente pela população, gerando um alto desperdício de água. A falta de projetos e implementação de sistemas suficientes para combater esse alto consumo, aumenta cada vez mais a preocupação de ambientalistas com a possível falta de água no futuro da humanidade, que necessita desse recurso para sobreviver. É importante investir em alternativas sustentáveis, quando se trata da utilização de recursos naturais, percebe-se que o maior descaso ocorre quando se trata do uso irracional dos recursos hídricos. O Brasil ainda não possui uma política voltada ao crescimento sustentável, inserindo-se lentamente nesse novo mercado. De forma que, para haver maior crescimento nesse setor, deve existir uma conscientização por parte da sociedade (BIANCHINI, 2012, p.21).

O presente trabalho tem como finalidade estudar a possibilidade do reuso da água de efluentes tratados, por se tratar de um bem natural cada vez mais raro e caro, reutilizar a água é de fundamental importância para o meio ambiente, para economia de empresas, cidadãos e governo.) A reutilização da água levanta questões de segurança, casos bem-sucedido e sustentável aplicações, incluindo o nível de tratamento é necessário para alcançar uma determinada aplicação. As respostas dependem da aplicação pretendida da água. É uma parte fundamental no sistema de gestão sustentável da água, manter parâmetros de qualidade exigidos para sua reutilização (CARVALHO, 2014, p. 3170). Como fazer para tratar e possibilitar o reaproveitamento da água tratada de efluentes?

Hipótese 1: Levando em consideração o problema citado, sugere-se a implantação de um sistema mecânico de reaproveitamento com filtro de carvão ativado, que seria ideal para reuso não potável direto da água em diversas possibilidades. A prática do reuso não potável direto, pelo fato de empregar tecnologia, sistemas de controle e de certificação modernos, proporcionará, certamente, melhores benefícios em termos de saúde pública, incentivando a aceitabilidade do reuso da água que depende da sua qualidade e das características físicas, químicas e microbiológicas.

Hipótese 2: O reuso da água através da implantação de um sistema mecânico com filtro de carvão ativado ajudará a reduzir o consumo de água e a quantidade de resíduos lançados no meio ambiente. Através de um sistema mecânico para purificação da água, será possível fazer o reuso de efluentes em diversas atividades de acordo com o uso, ou sua finalidade específica, pois levando em consideração parâmetros qualitativos da água, podem ocorrer maiores ou menores restrições na sua utilidade.

1.2 OBJETIVO GERAL

Esse trabalho tem como objetivo desenvolver um sistema mecânico de filtragem que consiste em reutilizar água de efluentes para demandas não potáveis como irrigação de parques públicos, lavagens de pisos, regar jardins, uso comercial como lavagem de veículos, lavanderias, limpeza de áreas comuns, produção de concreto, combate a incêndios, água para mistura de pesticidas, fontes, descargas de vasos sanitários dentre outras possibilidades que cooperam para economia de água e preservação do meio ambiente.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Fazer uma revisão bibliográfica a respeito de critérios nacionais de qualidade da água para reuso urbano para fins não potáveis.
- Realizar o dimensionamento do filtro e definir elementos do sistema.
- Avaliar a performance do sistema e definir formas potenciais para o reuso da água.
- Analisar a viabilidade econômica do sistema proposto.

1.4 JUSTIFICATIVA

O presente trabalho tem o foco de incentivar principalmente no que se refere ao uso inteligente da água, de forma educacional fazer este bom uso refletir na conduta de cada indivíduo, pois os problemas relacionados à escassez de água no mundo confirmam a necessidade de maior controle em sua utilização. A grande vantagem da utilização da água de reuso é a de preservar água potável para atendimento de necessidades que exigem a sua potabilidade, como para a ingestão direta ou preparo de alimentos. A intenção é, então, conhecer a viabilidade econômica desse projeto e a real economia de água e as vantagens dentro de uma área hospitalar (RESENDE, 2006, p.25)

Estudos de formas alternativas de reuso de água são cada vez mais comuns, tendo em vista a necessidade de diversificar as formas de obtenção de água potável, pois os recursos hídricos do planeta são limitados e cada vez mais escassos. Portanto é importante contribuir para o avanço da formação intelectual nessa área e adicionalmente auxiliar Institutos Acadêmicos de diversos segmentos que apoiam a sociedade.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 HISTÓRICO

No dia 22 de março, é comemorado o dia mundial da água. Se hoje os países lutam por petróleo, não está longe o dia em que a água será devidamente reconhecida como o bem mais precioso da humanidade (GOMES, 2011). O Brasil é um país privilegiado no que diz respeito à quantidade de água. Tem a maior reserva de água doce da Terra, ou seja 12% do total mundial. Sua distribuição, porém, não é uniforme em todo o território nacional. A Amazônia, por exemplo, é uma região que detém a maior bacia fluvial do mundo. O volume de água do rio Amazonas é o maior de todos os rios do globo, sendo considerado um rio essencial para o planeta.

Segundo o Projeto Brasil das Águas (2013), as maiores concentrações populacionais do país encontram-se nas capitais, distantes dos grandes rios brasileiros, como o Amazonas, o São Francisco e o Paraná. O maior problema de escassez ainda é no Nordeste, onde a falta d'água por longos períodos contribui para o abandono das terras e a migração aos centros urbanos como São Paulo e Rio de Janeiro, agravando ainda mais o problema da escassez de água nestas cidades.

Além disso, os rios e lagos brasileiros vêm sendo comprometidos pela queda de qualidade da água disponível para captação e tratamento. Na região amazônica e no Pantanal, por exemplo, rios como o Madeira, o Cuiabá e o Paraguai já apresentam contaminação pelo mercúrio, metal utilizado no garimpo clandestino, e pelo uso de agrotóxicos nos campos de lavoura (GOMES, 2011). Nas grandes cidades, esse comprometimento da qualidade é causado por despejos de esgotos domésticos e industriais, além do uso dos rios como convenientes transportadores de lixo.

A reutilização ou reuso de água ou ainda em outra forma de expressão, o uso de águas residuárias, não é um conceito novo e tem sido praticado em todo o mundo há muitos anos. Há relatos de sua prática na Grécia Antiga, com a disposição de esgotos e sua utilização na irrigação. Contudo, a demanda crescente por água tem feito do reuso planejado da água um tema atual e de grande importância (SANTOS, 1993).

2.2 O REUSO DA ÁGUA

Através do ciclo hidrológico a água se constitui em um recurso renovável. Quando reciclada através de sistemas naturais, é um recurso limpo e seguro que é, através da atividade antrópica, deteriorada a níveis diferentes de poluição. Entretanto, uma vez poluída, a água pode ser recuperada e reusada para fins benéficos diversos. (HESPANHOL, 2002). A qualidade da água utilizada e o objetivo específico do reuso, estabelecerão os níveis de tratamento recomendados, os critérios de segurança a serem adotados e os custos de capital, operação e manutenção associados.

A classificação adotada pela Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES) divulgada nos “Cadernos de Engenharia Sanitária e Ambiental” em 1992 é a mesma proposta por Westerhoff (1984), em que o reuso de água é dividido em duas categorias: potável e não potável, podendo estes serem direto ou indireto e destinados à várias finalidades, visto que a maioria dos usos não requer a qualidade de água potável. Esta classificação se encontra detalhada na figura 1:

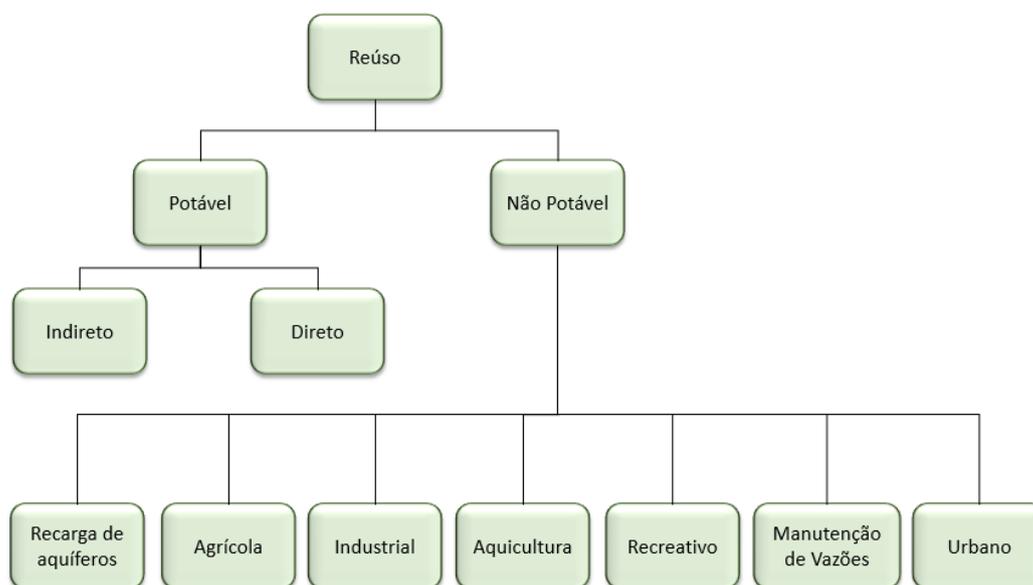


Figura 1: Classificação dos tipos de reuso segundo Westerhoff (1984).

Fonte: Elaborado pela Autora, 2019.

A classificação da ABES referente ao reuso da água está detalhada a seguir.

Reuso potável:

- Direto: quando as águas residuárias recuperadas, por meio de tratamento avançado, são diretamente reutilizadas no sistema de água potável.

- Indireto: as águas residuárias após tratamento, são dispostas na coleção de águas superficiais ou subterrâneas para diluição, purificação natural e subseqüentemente captação, tratamento e finalmente utilizadas com água potável.

Reuso não potável:

- Para fins agrícolas: fertirrigação de plantas alimentícias, tais como árvores frutíferas, cereais etc., e plantas não-alimentícias, tais como pastagens e forrageiras, e ainda dessedentação de animais.

- Para fins industriais: abrange os usos de refrigeração, águas de processo, para utilização em caldeiras etc.

- Para fins urbanos: casos de reuso de água para rega de jardins, plantas ornamentais, campos de esportes e parques, para descargas sanitárias, lavagem de pavimentos e veículos, e enchimento de lagoas ornamentais, recreacionais etc.

- Para manutenção de vazões: utilização de efluentes tratados, visando uma adequada diluição de eventuais cargas poluidoras em cursos de água, incluindo-se fontes difusas, além de propiciar uma vazão mínima na estiagem.

- Aquicultura: consiste na produção de peixes e plantas aquáticas visando à obtenção de alimentos e/ou energia, utilizando os nutrientes presentes nos efluentes tratados.

- Recarga de aquíferos subterrâneos: pode se dar de forma direta, pela injeção de efluente tratado sob pressão, ou de forma indireta, utilizando-se águas superficiais que tenham recebido descargas de efluentes tratados a montante.

A utilização de águas residuárias domésticas como fonte alternativa de água apresenta diversas vantagens, como por exemplo (FLORENCIO, BASTOS, AISSE, 2006):

1. Alívio da demanda e preservação da oferta de água para usos múltiplos;
2. A reciclagem de nutrientes, proporcionando economia de insumos, como fertilizantes e ração animal;

3. A ampliação de áreas irrigadas e a recuperação de áreas degradadas ou improdutivas;
4. A redução do lançamento de esgotos em corpos receptores, reduzindo impactos ambientais;
5. A promoção, em longo prazo, de uma fonte confiável de abastecimento de água dentro de uma comunidade;
6. O gerenciamento da demanda de água em períodos de seca, no planejamento global dos recursos hídricos;
7. O encorajamento da população para conservar a água e adoção de práticas de reuso.

As possibilidades e formas potenciais de reuso dependem, evidentemente, de características, condições e fatores locais, tais como decisão política, esquemas institucionais, disponibilidade técnica e fatores econômicos, sociais e culturais. (HESPANHOL, 2002).

2.3 LEGISLAÇÃO HÍDRICA DO BRASIL

A água, recurso natural da Terra, essencial para a sobrevivência do ser humano, vem se tornando um bem de alto valor social e econômico. A regulação jurídica das águas vem sendo progressivamente reformada para responder às evidências cada vez mais alarmantes no que se refere a esse recurso natural. Recentemente, a Organização Mundial nas Nações Unidas publicou previsões em seu último Relatório das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento da Água 2015, sendo uma delas a de que "até 2030, o planeta enfrentará um déficit de água de 40%, a menos que seja melhorada dramaticamente a gestão desse recurso" (UNESCO, 2015).

No que se refere à proteção dos direitos humanos, a proteção jurídica das águas é uma consequência natural do reconhecimento constitucional de direitos humanos fundamentais, tais como a vida, a segurança, a dignidade, a saúde, a alimentação, o consumidor e a cidadania (CASTRO, 2010). O acesso à água potável, a coleta e o tratamento de esgotos, a gestão responsável dos recursos hídricos pelo Estado, a preservação das nascentes, dentre outros direitos, representa uma extensão natural desses direitos e garantias fundamentais reconhecidos expressamente pela Constituição Federal de 88.

A Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, foi um marco na proteção ambiental, preceituando o direito de todos a um ambiente ecologicamente equilibrado, assim como o dever da coletividade e do Poder Público de defendê-lo e preservá-lo para às presentes e futuras gerações. A água como componente do ambiente passa a ser considerada um direito humano fundamental: todos têm direito ao acesso à água em quantidade suficiente e qualidade adequada.

Ao sediar a Eco-92, o Brasil assumiu internacionalmente o compromisso de ampliar a proteção das águas, o que deu origem a Lei n.º 9.433, de 08 de janeiro de 1997, mais conhecida como Lei das Águas, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH) e regulamentou o inciso XIX do artigo 21 da Constituição Federal. Essa legislação complementou o Código das Águas e trouxe uma série de inovações à gestão dos recursos hídricos no Brasil.

A gestão das águas como dever do Estado brasileiro representa uma das principais garantias do direito humano fundamental à água. Nesse sentido, destaca-se o atual desenho jurídico no que se refere às competências da União, dos estados, do distrito federal e dos municípios na gestão dos recursos hídricos.

Posteriormente, em 17 de julho de 2000, através da Lei n.º. 9.984, foi criada a Agência Nacional de Águas (ANA), um órgão da União, responsável por implementar a Política Nacional de Recursos Hídricos e por coordenar o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. A Agência busca articular o planejamento nacional, regional, estadual e dos setores usuários criados pelas entidades que integram o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos. Destaca-se que a Lei n.º 9.433/97, acima citada, em seu artigo 1º, inciso II, dispõe que “a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico” (CAPELLARI; CAPELLARI, 2018).

Como visto, a natureza econômica da água tem sido percebida desde o início do século, por exemplo, o Código Civil de 1916. Contudo, a partir da década de 70, a água potável passa a sofrer a adoção de três princípios: mercantilização, privatização e oligopolização mundial. Gradativamente surge o engarrafamento d’água e a elaboração de bebidas gaseificadas. O Estado tenta hegemonizar o mercado e reduzir os conflitos em torno da exploração e domínio dos mananciais superficiais e subterrâneos d’água potável, intervindo nas relações entre a sociedade civil. (PETRELLA, 2000).

Assim como ocorre em outras áreas, tais como Saúde e Educação, a gestão das águas no Brasil se torna extremamente complexa tendo em vista a divisão federativa de competências estabelecida pela Constituição e legislação complementar. O Estado brasileiro, para dar conta de seu dever de cuidar das águas no Brasil, criou e desenvolveu instituições jurídicas importantes, que necessitam de alto grau de articulação para que atuem de forma eficaz.

Contudo, o grande problema é que durante milênios considerou-se a água como um recurso infinito; entretanto, seu uso inadequado água, sua demanda crescente, o decréscimo de sua disponibilidade, as mudanças climáticas, o desmatamento etc. têm sido a preocupação de muitos cientistas e autoridades no planeta.

Lamentavelmente, a garantia do acesso à água para todos ainda é restrita e representa um desafio mundial, em razão da exploração dos recursos naturais de forma desordenada e, conseqüentemente, das mudanças climáticas (CAPELLARI; CAPELLARI, 2018).

2.4 INFRAESTRUTURA DE ESTABELECIMENTOS ASSISTENCIAIS DE SAÚDE

De acordo com a Secretaria de Saúde o estabelecimento assistencial de saúde (EAS) é qualquer edificação destinada à prestação de assistência à saúde à população, que demande o acesso de pacientes, em regime de internação ou não, qualquer que seja o seu nível de complexidade. Nesse projeto o objetivo é a montagem do filtro de carvão ativado, por se tratar de um reuso de água não potável, a princípio a água será reutilizada para descarga nos vasos sanitários da unidade hospitalar.

Para fazer um balanço de quantos vasos sanitários há em uma unidade hospitalar, todos os dados necessários foram retirados da RDC (Resolução de diretoria Colegiada) nº50, de 21 de fevereiro de 2002, que é um regulamento técnico criado para atualizar as normas existentes quanto a infraestrutura física de estabelecimentos assistenciais de saúde (EAS), ou seja, é uma norma que busca definir os critérios de elaboração de projetos; dimensões dos ambientes; organização funcional; critérios para circulação interna e externa; condições de conforto; controle de infecção; instalações prediais; segurança contra incêndio, a serem observados. Regulamento está em vigor por todo território nacional, na área pública e privada.

2.5 CRITÉRIOS DE QUALIDADE DA ÁGUA PARA REUSO

O Brasil ainda não dispõe de normatização técnica específica para os sistemas de reúso da água, em geral são adotados padrões referenciais internacionais ou orientações técnicas produzidas por instituições privadas. Este é um fator que tem dificultado a aplicação desta prática no país, pois a falta de legislação e normatização específica dificulta o trabalho dos profissionais e pode colocar em risco a saúde da população devido à falta de orientação técnica para a implantação dos sistemas de reúso das águas servidas e a respectiva fiscalização de tais sistemas. (RESENDE, 2006).

A Resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) N°. 54, de 28 de novembro de 2005, que estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reúso direto não potável de água, e dá outras providências, em seu Artigo 3º determina que:

Art. 3º O reúso direto não potável de água, para efeito desta Resolução, abrange as seguintes modalidades:

I - reúso para fins urbanos: utilização de água de reúso para fins de irrigação paisagística, lavagem de logradouros públicos e veículos, desobstrução de tubulações, construção civil, edificações, combate a incêndio, dentro da área urbana;

II - reúso para fins agrícolas e florestais: aplicação de água de reúso para produção agrícola e cultivo de florestas plantadas;

III - reúso para fins ambientais: utilização de água de reúso para implantação de projetos de recuperação do meio ambiente;

IV - reúso para fins industriais: utilização de água de reúso em processos, atividades e operações industriais; e,

V - Reúso na aquicultura: utilização de água de reúso para a criação de animais ou cultivo de vegetais aquáticos.

...

§ 2º As diretrizes, critérios e parâmetros específicos para as modalidades de reúso definidas nos incisos deste artigo serão estabelecidos pelos órgãos competentes.

2.6 MÉTODO PAYBACK

Payback é um termo que pode ser traduzido como “retorno”, e é utilizado nas empresas para análise de retorno do investimento inicial do negócio. Ou seja, é o cálculo que estima o tempo de retorno em que os rendimentos acumulados da empresa se igualarão ao investimento inicial. Dessa forma, o Payback dará ao gestor, uma estimativa de tempo para a recuperação de todo o dinheiro aplicado no projeto (SCALON, 2019). O período pode ser longo ou curto, sendo medido em meses ou anos, tudo irá depender do valor investido, do tipo de negócio e o acúmulo de rendimentos.

O cálculo do payback envolve uma fórmula relativamente simples, mas é preciso alguns cuidados na hora de calcular as variáveis. É preciso colocar todos os custos relacionados ao investimento, o que nem sempre é fácil. Devem ser incluídos custos com equipamentos, funcionários, despesas administrativas e operacionais relacionadas.

2.7 TRATAMENTO DE EFLUENTES

A contaminação das águas é uma das formas de poluição do meio ambiente mais preocupantes. Isto fez com que diversas medidas para o seu tratamento tenham se iniciado, como por exemplo o tratamento dos efluentes, que são constituídos por resíduos líquidos lançados para o meio ambiente a partir dos esgotos domésticos, da agricultura e de atividades industriais. Esses tipos de efluentes podem ser bastante nocivos, pois podem conter metais pesados, óleos e outras substâncias que causam problemas ambientais graves. Antes de serem lançados nos corpos hídricos, os efluentes devem ser tratados de acordo com seu índice de poluição e da presença dos contaminantes (FRITZ, 2017).

Será feito um estudo para implementação de um sistema mecânico com a capacidade de fazer um tratamento eficiente no efluente devidamente tratado de uma E.T.E (Estação de Tratamento de Efluente) desenvolvida para atender necessidade de eficiência de no mínimo 80% da remoção de matéria orgânica (esgoto). Com a montagem do filtro será possível a reutilização da água de aspecto não potável, ou seja, a água poderá ser utilizada em atividades que não possuam tantos parâmetros qualitativos. A figura 2 mostra um esquema detalhado das fases da E.T.E que é dividida em três processos: primária, secundária e terciária.

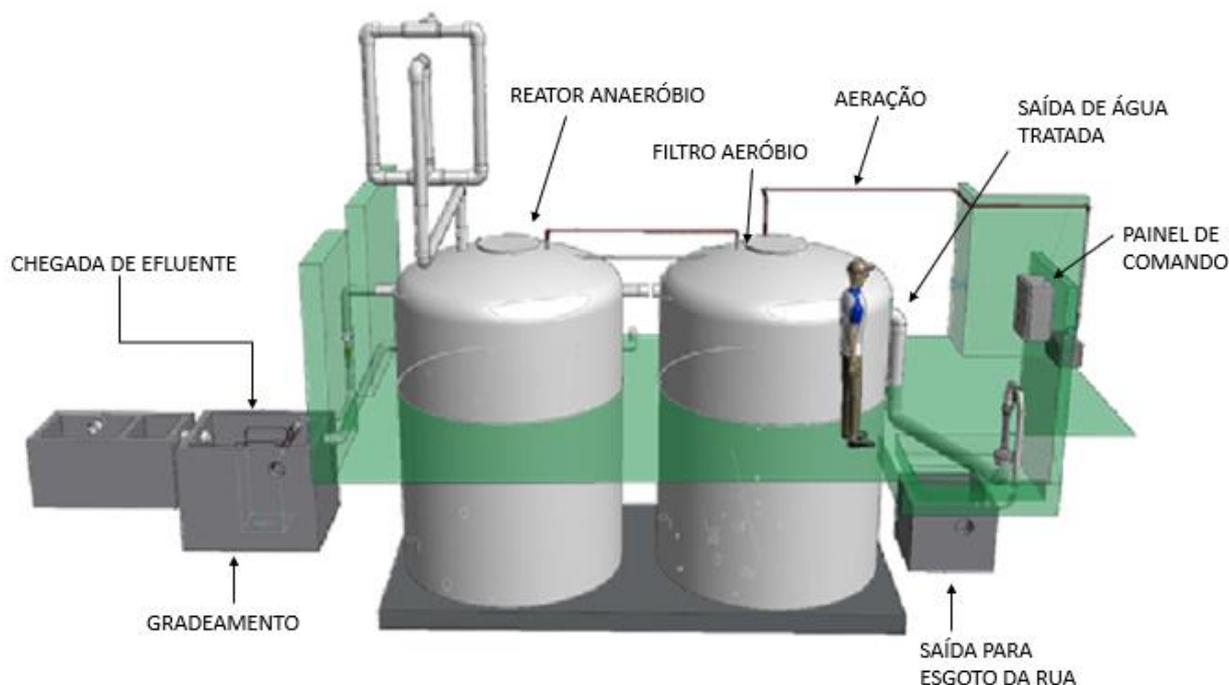


Figura 2. Sistema da ETE.

Fonte: <https://www.tratamentodeagua.com.br/artigo/sistema-lodos-ativados/>, acesso 25/09/2019.

Com base nas informações retiradas do manual referente ao Sistema Modular de Tratamento de Esgoto Sanitário da empresa Mizumo (MIZUMO, 2011) serão descritas as principais etapas de uma ETE, conforme ilustrado na figura 2.

1. Etapa do sistema primário:

O primeiro processo pelo qual o esgoto passa é o gradeamento dispositivo que visa a melhoria da qualidade do efluente tratado bem como o aumento da vida útil dos componentes da ETE. Este tratamento preliminar é constituído por barras paralelas em fibra de vidro ou aço inox, é igualmente espaçado entre si com a finalidade de reter sólidos grosseiros em suspensão e corpos flutuantes (FRITZ, 2017).

Na resíduos sólidos maiores (gradeamento grosso), e resíduos sólidos menores (gradeamento fino), são fisicamente retidos por meio de barreiras no sistema, como pode ser visto na figura 2, nesta etapa é retida grande parte dos sólidos não digeríveis pelos microrganismos. Esse processo produzirá um efluente com vazão de aproximadamente 9,8 m³/h conforme descrito no manual. Os dejetos presos ao gradeamento são recolhidos

no processo de limpeza das grades por funcionários do condomínio e rejeitados como lixo comum. Após o gradeamento a água é bombeada para a etapa seguinte.

2. Etapas do sistema secundário:

No tratamento secundário, ocorre a remoção da matéria orgânica através de reações bioquímicas realizadas por microrganismos, de modo a garantir a qualidade do efluente que será lançado no meio ambiente (VON SPERLING, 2005). Neste procedimento são utilizados reatores, como lagoas de estabilização, lodo ativado, filtro biológico ou variantes. Os reatores são constituídos por tanques com grande quantidade de microrganismos aeróbios, que necessitam de um ambiente com a presença de oxigênio, ou anaeróbios, que não necessitam da presença de oxigênio, cuja função é a retirada de substâncias biodegradáveis presentes no efluente. Estas substâncias presentes no esgoto estão sob forma de matéria orgânica dissolvida ou em suspensão, são decompostas a partir da ação de microrganismos decompositores. Esses processos bioquímicos de decomposição são acelerados nos reatores (FRITZ, 2017).

Esse processo é chamado de aeração (conforme Figura 2), é onde a matéria serve de alimento para micro-organismos através de um processo químico que converte resíduos orgânicos em gás carbônico, e possui as seguintes etapas:

- Etapa anaeróbia.

Etapa onde ocorre o recebimento do esgoto bruto, sua principal função de digerir a matéria orgânica presente no esgoto. Os microrganismos presentes no reator degradam a matéria orgânica sem a presença de oxigênio molecular. Tais agentes são bactérias fermentativas, acetogênicas, acidogênicas e sulfetogênicas.

- Etapa aeróbica.

Nesse processo são empregados microrganismos para oxidar o restante da matéria orgânica proveniente da etapa anaeróbica com o uso de oxigênio molecular. A microfauna existente nesta etapa é composta por protozoários, leveduras, fungos, micrometazoários e bactérias. Nesta divisão existem difusores de ar que são responsáveis pela formação de microbolhas de ar responsáveis pelas colônias de microrganismos.

- Decantação

Nesta etapa seguinte do processo de tratamento propicia-se a sedimentação ou decantação das colônias de microrganismos (lodo ativado) que se desprendem do meio suporte devido ao processo de aeração. Após a decantação este lodo é retornado para o início do processo de tratamento (etapa anaeróbia) para que se mantenha sempre uma concentração de microrganismos no sistema, proporcionando velocidade e eficiência na digestão da matéria orgânica.

Para remover o lodo depositado no decantador executa-se o processo de retorno do lodo, sua ação se dá por meio de acionamento de um dispositivo situado no fundo do decantador, que recalca o material sedimentado para o início do reator anaeróbio. O retorno do lodo é controlado através de um temporizador localizado no painel de comando elétrico.

3. Etapas do sistema terciário:

No tratamento terciário utiliza-se métodos físico-químicos ou biológicos para a retirada dos poluentes e microrganismos que não foram removidos pelos outros processos. Dentre os processos do tratamento terciário pode-se destacar os processos de filtração, que são classificados de acordo com a remoção das partículas. Na microfiltração, ocorre a separação do material sólido poluente da parte líquida através de uma filtração sob pressão utilizando-se membranas com poros muito finos, que variam de 0,1µm a 1µm de diâmetro. Pode remover partículas como bactérias, cistos e oocistos (JORDÃO; PESSÔA, 1995).

2.8 FILTRO DE CARVÃO ATIVADO

Os filtros são utilizados em processos de variados setores, melhorando a produtividade, desempenho de equipamentos e reduzindo custos operacionais. O custo empregado na aquisição dos sistemas de filtração se paga automaticamente após pouco tempo na economia da empresa, e em alguns casos as implicações positivas propiciam lucro a curto prazo, novas formas de trabalho e uma imagem positiva da empresa em relação à sustentabilidade.

Será utilizado como material filtrante o carvão ativado, pois ele é o adsorvente mais poderoso do mundo e um dos meios mais eficazes para a remoção de uma vasta gama de contaminantes de águas residuais industriais e municipais. Quando a água passa por um filtro de carvão ativado, as partículas orgânicas e produtos químicos ficam presos em seu interior, através de um processo conhecido como “adsorção”. (HIPOLITO, 2019) O processo de adsorção depende de 5 principais fatores:

1. Propriedades físicas do carvão ativado (área de superfície e distribuição do tamanho do poro);
2. Composição química da fonte de carbono (quantidade de hidrogênio e de oxigênio);
3. Composição química e a concentração do contaminante;
4. PH e temperatura da água;
5. O período em que a água é exposta ao filtro de carvão ativado (chamado leito vazio por tempo de contato) (GRUPO EP, 2018).

Este tipo de carvão (figura 3) é obtido a partir da queima controlada com baixo teor de oxigênio de certas madeiras, a uma temperatura de 800 °C a 1000 °C, tomando-se o cuidado de evitar que ocorra a queima total do material de forma a manter sua porosidade. O carvão ativado pode ser feito a partir de cascas de coco, mas também de restos de cortiça, material muito poroso, com características excelentes no campo da filtração, desodorização e remoção de radioativos e tóxicos.



Figura 3. Carvão ativado granulado.

Fonte: <https://www.lojameufiltro.com.br/elementos-filtrantes/carvao-ativado>, acesso 20/04/2019.

Os filtros com múltiplos meios filtrantes são compostos de diferentes tipos de meios, arranjados em camadas e baseados na sua densidade hidráulica específica. Um exemplo deste processo de disposição de camadas ocorre com o carvão ativado e a areia ou cascalho (figura 4). Devido aos diferentes tamanhos específicos de cada meio, é possível conseguir uma maior penetração na espessura do leito.



Figura 4. Cascalho de granulometria 0,5 a 0,9 mm.

Fonte: Elaborado pela Autora, 2019.

Segundo a empresa NaturalTec que atua desde 1991 na área de remediação ambiental com técnicas e equipamentos de baixo impacto ambiental, no sistema pós tratamento a lâmpada ultravioleta de radiação UV, conforme a figura 5, pode ser instalada para tratamento da água e, normalmente, substitui o cloro, o ozônio e outros oxidantes na desinfecção da água, evitando gosto e odor na água.



Figura 5. Aparelho de desinfecção ultravioleta.

Fonte: <http://www.naturaltec.com.br/desinfeccao-ultravioleta/>, acesso 20/04/2019.

A radiação UV usada para desinfecção gerada por lâmpadas de mercúrio, penetra no corpo dos microrganismos, altera seu código genético e impossibilita-lhes a reprodução. Sua radiação germicida (onda de 253,7 nanômetros) é conhecida por sua habilidade de destruir microrganismos como vírus, bactérias, fungos, levedos e mofos, além de algas e protozoários. É um procedimento barato e de baixa manutenção.

3 METODOLOGIA

3.1 MÉTODOS

Adota-se neste processo o estudo de caso, conforme Yin (2015, p. 35) “O método, como outras estratégias de pesquisa, representa uma maneira de se investigar um tópico empírico seguindo-se um conjunto de procedimentos pré-especificados.”

O presente trabalho apresentado será uma pesquisa aplicada, tendo como objetivo a realização de uma pesquisa exploratória e explicativa sobre o material bibliográfico e de laboratório adquiridos sobre o assunto. Os procedimentos técnicos a serem utilizados serão os de pesquisa bibliográfica e experimental. Segundo Fleury (2017, p. 11) a pesquisa aplicada pode ser definida como atividades em que conhecimentos previamente adquiridos são utilizados para coletar, selecionar e processar fatos e dados, a fim de se obter e confirmar resultados, e se gerar impacto.

3.2 TÉCNICAS

Para a coleta de dados será utilizada documentação indireta e a análise e interpretação dos dados, quantitativos, ocorrerá de forma global. Será feita pesquisa bibliográfica, coleta de dados e testes em laboratório. Segundo Andrade, (2000, p. 135) “Consiste no estudo de indivíduos, profissões, condições, instituições grupos ou comunidade com finalidade de obter generalizações.”

A análise de viabilidade econômica de investimento para os sistemas de reuso de água foi realizada utilizando-se o Método do Período de Retorno do Investimento (payback), que é calculado dividindo o valor de investimento pelo valor de benefícios gerados pelo sistema. O método de payback é o método econômico que avalia quanto tempo será necessário para recuperar o investimento feito no projeto baseado apenas nas receitas líquidas (no nosso caso economia de água) ao longo do tempo, sem considerar os efeitos de composição de juros (RESENDE,2006, p.27)

3.3 PROCEDIMENTOS

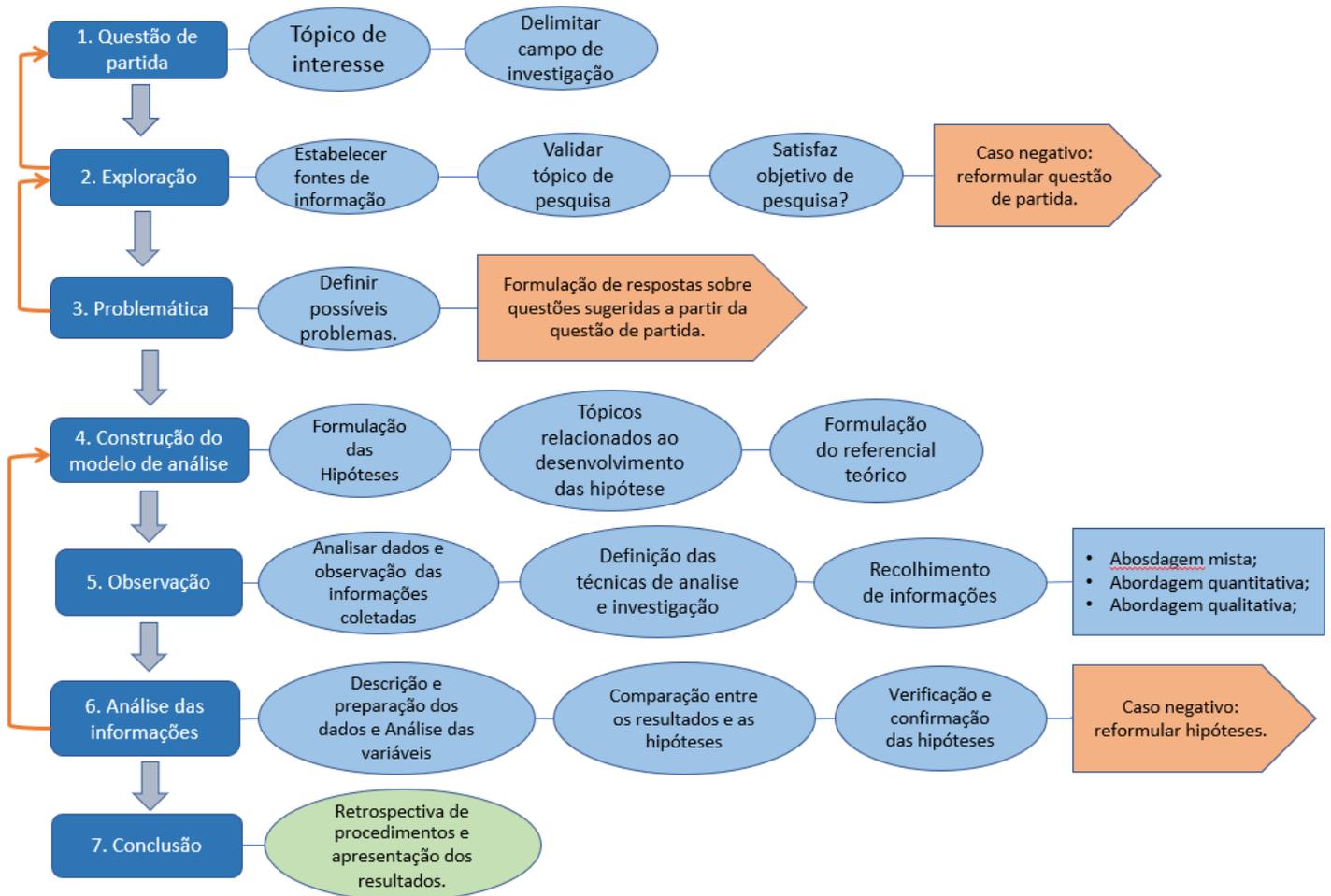


Figura 6: Fluxograma de procedimentos.

Fonte: Elaborado pela Autora, 2019.

Fluxograma dos procedimentos seguidos para desenvolvimentos da pesquisa e auxílio na reprodução do trabalho para futuras pesquisas na área de reuso de efluentes. A estrutura dos procedimentos utilizados no processo de desenvolvimento do trabalho foi dividida da seguinte forma:

1. Fazer observações;
2. Organizar as observações em hipóteses;
3. Testar essas hipóteses em observações anteriores e em análises de campo.
4. Caso apareçam outras possibilidades e seja necessário, modificar as hipóteses originais.

5. Fazer testes e pesquisas baseadas nas hipóteses.
6. Testar conclusões.

4. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

4.1 APRESENTAÇÃO DA ETE DA UNIDADE HOSPITALAR.

A unidade hospitalar possui uma estação de tratamento modelo Mizumo, é ideal para tratamento de esgoto sanitário de grandes estabelecimentos comerciais, industriais, conjuntos e condomínios habitacionais e outros empreendimentos. Sua capacidade de tratamento atende a vazões diárias de 30 m³ (30.000 litros/dia) a 800 m³ (800.000 litros/dia) por módulo, o que representa, em média, 8.200 usuários. Os tanques possuem 3,18 m de diâmetro e são fabricados de PRFV (plástico reforçado com fibra de vidro), o que confere resistência e alta proteção química à corrosão do esgoto sanitário. A área necessária para a implantação do sistema varia entre 33,5 m² e 280 m². O processo de tratamento, explicado no capítulo 2.7, é contínuo e composto por um reator anaeróbio, um filtro aeróbio com difusão de ar por bolhas finas e decantador secundário concêntrico ao reator aeróbio, o retorno do lodo é automático.

Visando a melhoria da qualidade do efluente tratado bem como o aumento da vida útil dos componentes da ETE, o tratamento preliminar se constitui em um gradeamento grosseiro conforme mostrado na figura 7.



Figura 7. Sistema de gradeamento da ETE.

Fonte: Elaborado pela Autora, 2019.

Após o gradeamento a água é bombeada para a etapa seguinte conforme figura 8.



Figura 8. Bombeamento para os tanques de Aeração (sistema secundário).

Fonte: Elaborado pela Autora, 2019.

A água bombeada vai para o tanque de aeração (figura 9), onde ocorre a etapa anaeróbica em que a principal função é digerir a matéria orgânica presente no esgoto, e a etapa aeróbica onde são empregados microrganismos para oxidar o restante da matéria orgânica proveniente da etapa aeróbica com o uso de oxigênio.



Figura 9. Tanque de Aeração que corresponde a etapa anaeróbia e aeróbica

Fonte: Elaborado pela Autora, 2019.

A etapa seguinte é a decantação (figura 10) nesse processo do tratamento ocorre a sedimentação ou decantação das colônias de microrganismos (lodo ativado), esse lodo retorna para o início do tratamento para que seja mantido no processo, proporcionando eficiência na digestão da matéria orgânica.



Figura 10. Tanque referente a etapa de decantação.

Fonte: Elaborado pela Autora, 2019.

Por fim a figura 11 representa a saída do tanque de armazenamento de água tratada que será direcionada para o filtro de carvão ativado em seguir.



Figura 11. Saída do tanque para armazenamento da água tratada.

Fonte: Elaborado pela Autora, 2019.

4.2 DADOS DO FILTRO

Com base em pesquisas de mercado o filtro selecionado para o reuso da água é o Conjunto de Filtro e Bomba DFR22-11 da marca Dancor, o processo consiste em fazer a água passar por seus leitos filtrantes formados por carvão ativado e pedras de diversos tamanhos. Nesta etapa, as impurezas de tamanho pequeno ficam retidas no filtro.

A figura 13 mostra um desenho do filtro e suas dimensões:

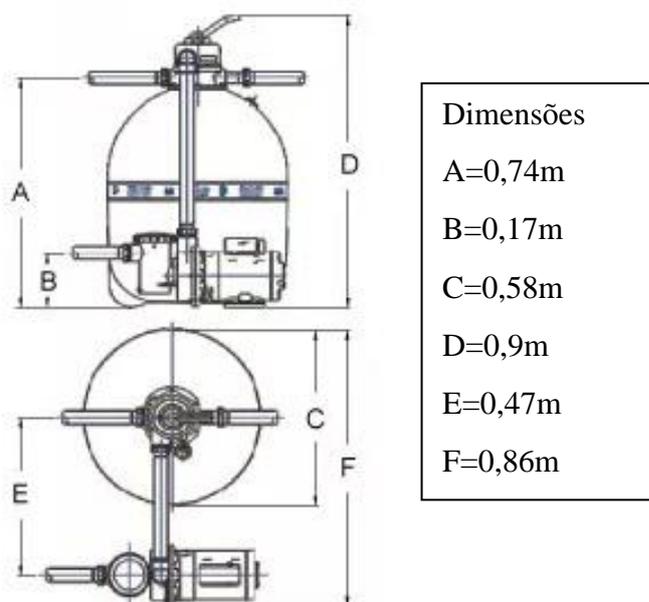


Figura 13. Conjunto filtro e Bomba Dancor.

Fonte: Loja meu filtro, http://www.dancor.com.br/dancor-sitenovo/public/uploads/catalogo_geral/, acesso 22/04/2019.

Características:

- Filtro DRF22-11 com Bomba de 1 Cv Monofásica de 110/220V.
- Vazão Nominal= 19m³/h.
- Carga de Areia: 140 kg.
- Tubulação: 50 mm ou 02 polegadas.

O filtro possui uma capacidade carga de 140 kg, em que 60% será preenchida com carvão ativado granular, conforme mostra a figura 4, de origem vegetal responsável pela remoção de sedimentos, detritos e produtos químicos que estiverem presentes na água. E os 40% restante do filtro será preenchido com cascalho especial de granulometria 0,5 a

0,9 mm, com eficiência na retenção de partículas como o limo, lodo, grãos de areia, resíduos de encanamento e outras impurezas em suspensão na água. Remove a turbidez melhorando a cor e o sabor. No sistema pós tratamento será utilizada uma lâmpada ultravioleta de radiação UV.

4.3 ANÁLISE DE RESULTADOS

A Proposta para avaliar o desempenho do sistema será feita com base na reutilização de água do filtro montado nos banheiros da unidade hospitalar em questão. Para calcular se o filtro irá atender a demanda de água necessária para abastecer os vasos, será utilizada a RDC da Agência Nacional de Vigilância Sanitária nº 50, de 21 de fevereiro de 2002 citada no subcapítulo 2.4 que trata dos critérios existentes quanto a infraestrutura física de estabelecimentos assistenciais de saúde (EAS), para definir o número de banheiros, suas respectivas quantidades de vasos sanitários, capacidade de pacientes, acompanhantes e colaboradores.

O número de vasos previsto na RDC nº50 foi de 137 vasos para uma unidade hospitalar de porte grande. Número de contribuidores está relacionado com cada setor e suas necessidades, criando uma margem para 130 contribuintes por dia. Levando em consideração leitos de internação, consultórios de atendimentos, acompanhantes e visitantes, soma-se uma média de 352 pessoas circulantes dentro da área hospitalar.

Na tabela 1, pode-se observar os dados recolhidos de uma instituição hospitalar real em Manaus, com esses dados calculou-se a vazão de água do hospital por dia de acordo com as necessidades para manter o seu funcionamento. O parâmetro utilizado foi a quantidade de pessoas e setores que consomem água como pacientes, funcionários, alunos, visitantes, alimentação, limpeza e laboratórios, multiplicado pela quantidade de litros média, dados também previstos na RDC nº50 que é consumida por cada indivíduo e cada setor.

Consumo estimado de água na unidade hospitalar				
	Contribuintes	Parâmetro	Quantidade em litros.	Total(litro/dia)
Paciente interno.	255	Pessoa	193	23160
Paciente externo.	97	Pessoa	754	9048
Funcionário.	135	Pessoa	715	35750
Alunos.	50	Pessoa	70	3500
Cozinha.	25	Refeições	3513	87825

Lavanderia.	30	Quilo	1158	34740
Limpeza e Zeladoria.				3500
Laboratórios.				2500
CME e Lactário.				4000
Considerando 15% de folga para futura ampliação				30603,45
Total				234.626,45 L/dia

Tabela 1: Consumo estimado de água na unidade hospitalar

Fonte: Elaborado pela Autora, 2019.

Dimensionamento da vazão (litro/dia) que se deu através de informações recolhidas na instituição hospitalar é de 234.626,45 L/dia.

De acordo com o site de ecologia da UNIFESP (2019), cada vaso sanitário consome uma média de 10 litros de água a cada uso, temos os seguintes dados de consumo de água na tabela 2:

	Consumo de água
Vaso sanitário:	10 litros/uso
Unidade hospitalar:	234.626,45 litros/dia

Tabela 2: Consumo de água.

Fonte: Elaborado pela Autora, 2019.

A unidade hospitalar de Manaus utilizada como parâmetro para o trabalho possui sua distribuição de água dividida de duas formas: primeiro canal de distribuição vem do poço artesiano instalado na instituição e é responsável por 50% da quantidade de água consumida, o segundo canal de distribuição responsável pelos 50% restantes vem da empresa Águas de Manaus, que pertence à companhia privada Aegea Saneamento. O valor gasto com a manutenção do poço artesiano foi feito com base em uma cotação da empresa responsável, o valor gasto anualmente com a manutenção do poço é de R\$ 81.382,00. A partir das informações tarifárias retiradas do site da Águas de Manaus, o restante da água proveniente da concessionária, por ser uma instituição pública e possuir um consumo mensal maior que 12 m³ sua tarifa será 24,3370 R\$/m³.

Com as informações anteriores é possível calcular o valor pago pelo hospital (tabela 3) com cada canal de distribuição, com base em seu consumo mensal de água. O primeiro canal de distribuição calculou a quantidade de água consumida a partir da empresa Águas de Manaus de 117,313 m³/dia que foi multiplicada pelo valor tarifário referente ao tipo de instrução que o hospital representa, taxa de 24,3370 R\$/m³, vezes a quantidade de dias referente ao mês, foi usado como parâmetro 30 dias, resultando no valor de 84.240,00 reais pagos mensalmente. O valor gasto anualmente com a manutenção do poço artesiano da instituição foi distribuído uniformemente pelos 12 meses do ano (janeiro a dezembro), resultando no valor de R\$6.781,75.

Consumo de água	Vazão utilizada:	Valor por mês
Concessionária (Águas de Manaus)	117,313 m ³ /dia	R\$84.240,00
Poço Artesiano	117,313m ³ /dia	R\$6.781,75
		R\$91.021,75

Tabela 3: Valor pago pela distribuição de água.

Fonte: Elaborado pela Autora, 2019.

Após dimensionar o filtro e avaliar os elementos do sistema, foi feita uma pesquisa de mercado para definir o filtro que atenderia as necessidades do projeto, como vimos no subcapítulo 2.8, o conjunto de Filtro e Bomba DFR22-11 da marca Dancor, foi o modelo selecionado. Na tabela 4 foi informado o valor de cada item necessário para a montagem do filtro:

Gastos com montagem do filtro.	Valor
Conjunto de Filtro e Bomba DFR22-11	R\$3.010,41
Carvão Ativado Granulado (84Kg)	R\$1.239,60
Filtro UV (40000L)	R\$4.890,00
Cascalho Pedra(56Kg)	R\$360
	R\$9.500,01

Tabela 4: Gastos com montagem do filtro.

Fonte: Elaborado pela Autora, 2019.

Para a implantação do filtro de carvão ativado, é necessário material e mão de obra especializada para execução dos serviços de instalação, após definir a área em que será instalado o filtro é preciso fazer a limpeza do local, realizar o ligamento da tubulação entre a ETE e o filtro já montado. Em seguida será instalada no filtro um sistema

motobomba de 1,0 CV para direcionar a água tratada para o sistema de armazenamento produzido em aço carbono, com capacidade armazenamento para 10000 litros, que depois será interligada ao sistema de distribuição do hospital, tendo finalidade para reuso não potável em áreas pré definidas, como é o caso da reutilização nos vasos sanitários.

Foram realizadas pesquisas de mercado para estipular preços e itens necessários para adaptação do projeto como é possível observar na tabela 5. Foram levadas em consideração despesas com obra no local da implantação, transporte de material, mão de obra, instalação e equipamentos.

Recursos necessários para implantação do filtro de carvão ativado			
ITENS	DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	PREÇO DO ITEM
1	SERVIÇOS INICIAIS		
1.1	Administração da Obra.	1	R\$ 2.500,00
1.2	Transporte de materiais e equipamentos.	1	R\$ 1.800,00
2	FORNECIMENTO DO QUADRO DE COMANDO		
2.1	Quadro de comando para bombas e boias.	1	R\$ 5.290,00
2.2	Aquisição de cabo elétrico pp.	1	R\$ 970,00
2.3	Instalação do quadro.	1	R\$ 840,00
3	LOCAL DE IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA		
3.1	Escavação de vala para tubulação em pvc	1	R\$ 2.890,00
3.2	Escavação para pedra de apoio em concreto armado	1	R\$ 2.200,00
3.3	Serviço de caminhão munck	1	R\$ 2.800,00
3.4	mão-de- obra do serviço	1	R\$ 2.600,00
4	TANQUE DE ARMAZENAMENTO		
4.1	Reservatório - volume 10000L (aço carbono).	1	R\$ 30.850,00
4.2	Bomba 1 CV	1	R\$ 2.400,00
4.3	Boias elétricas de nível	2	R\$ 250,00
		total	R\$ 55.390,00

Tabela 5: Recursos necessários para implantação do filtro de carvão ativado.

Fonte: Elaborado pela Autora, 2019.

O cálculo de economia da quantidade de água reutilizada nos vasos sanitários foi feito da seguinte forma: a média da quantidade de vezes que as pessoas utilizam cada vaso sanitário, multiplicado pela quantidade de vasos disponíveis na unidade hospitalar e seu consumo de 10 litros por uso, resultou na economia de 50,48 m³/dia. Com a implantação do filtro, ao reutilizar a água ultrafiltrada da ETE nos vasos sanitários da

unidade hospitalar de Manaus, a economia de água será de aproximadamente 20% do consumo de água potável e R\$ 18.204,35 reais no valor pago mensalmente na distribuição total de água. Aplicando payback, método para análise do prazo de retorno do investimento no projeto, citado no subcapítulo 2.6, inicialmente a unidade hospitalar tinha um gasto com o poço e a concessionária de R\$91.021,75, ao eliminar 20% do consumo e do valor pago inicialmente, é possível concluir que com a implantação do filtro e com a queda do consumo de água esse valor foi reduzido para R\$ 72.817,4. Para montagem e implantação do filtro o investimento foi de R\$ 64.890,00 total, que será quitado em 12 meses. Após esse período o aumento de economia financeira com o consumo aumenta para 25%, a diferença de 5% era o valor pago anteriormente para quitar o investimento, conforme o gráfico:

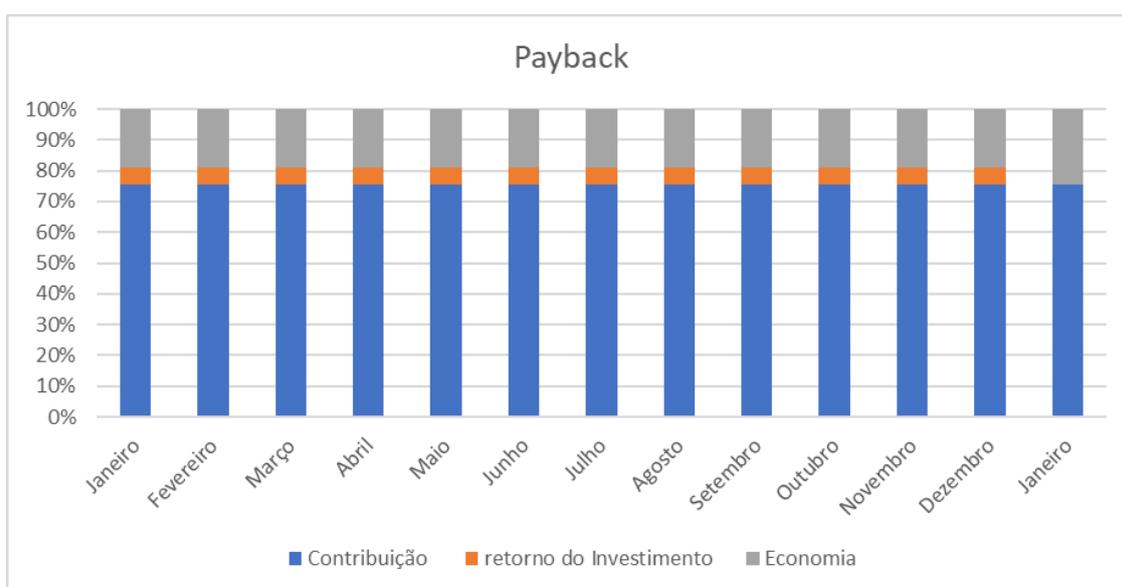


Gráfico: Retorno de investimento do Projeto.

Fonte: Elaborado pela Autora, 2019.

O procedimento feito para o reuso da água da ETE para os banheiros, pode estender-se a outras utilidades, com lavar pátios, carros, limpeza externa, para fazer cimento dentre outras opções que demandam grande quantidade de água. Assim, continuar a reduzir o consumo e incentivar a preservação das nossas águas.

SÍNTESE CONCLUSIVA

Dada à importância do assunto, torna-se necessário o incentivo ao desenvolvimento de projetos com a temática do reúso da água. Após feita a revisão bibliográfica a respeito de critérios de qualidade da água para reúso urbano para fins não potáveis, foi possível observar que o Brasil necessita de uma legislação mais abrangente que não só institua a prática do reúso, mas que também estabeleça critérios de qualidade mais adequados com a realidade sociocultural, econômica e ambiental do país, e diretrizes que norteiem a implantação de sistemas de reúso. Os tratamentos avançados de efluentes são essenciais para garantir a qualidade da água de reúso e a redução de riscos microbiológicos, no entanto, ao se escolher a tecnologia a ser empregada, deve-se observar a qualidade do efluente requerido pelo uso pretendido e os custos envolvidos na implantação, manutenção e operação.

Com pesquisas de mercado, visita técnica a ETE da unidade hospitalar e conversas com empresas do ramo de tratamento de águas e efluentes, foi definido o tipo de filtro a ser usado, os elementos necessários para que ele entendesse ao objetivo do trabalho. Revisando a legislação e as normas aplicadas aos sistemas de reúso de água, foi definida a forma potencial de reúso, a reutilização da água do filtro nos vasos sanitários da unidade hospitalar, mas ainda há outras possibilidades de reúso que não foram inseridas nos objetivos e poderão ser trabalhadas em pesquisas futuras como reutilizar água de efluentes para demandas não potáveis como irrigação de parques públicos, lavagens de pisos, regar jardins, uso comercial como lavagem de veículos, lavanderias, limpeza de áreas comuns, produção de concreto, combate a incêndios, água para mistura de pesticidas, dentre outras possibilidades.

Esse trabalho foi realizado visando a redução do consumo, dos custos com o abastecimento de água, tratamento do esgoto, e sempre voltado para preservação, promoção do equilíbrio e qualidade do meio ambiente. Além das melhorias ambientais propostas anteriormente, foi obtido sucesso em seu objetivo com a redução de cerca de 20% do consumo de água na unidade hospitalar de Manaus e na redução nos gastos econômicos, como as taxas de água cobrada pela concessionária de água.

A viabilidade técnica e cultural, com relação a aceitação da população desses sistemas de reúso da água nas cidades ainda é baixa, precisa de mais dedicação e pesquisas que mostrem como é possível diminuir o consumo de água com coisas que

parecem simples mas demandam uma grande quantidade de um recurso que hoje se encontra limitado em várias regiões. A água obtida do reuso, se seguida todas as normas de tratamento, tem infinitas opções de aplicação.

REFERÊNCIAS

ALFAMEC, 2016. **Reúso de água de efluentes**, Disponível em: <http://alfamec.com.br/blog/2016/08/24/reuso-de-efluentes/> Acesso em: 19/10/2019.

ANDRADE, Maria Margarida de. **Introdução a Metodologia do Trabalho Científico**. 3ª Ed. São Paulo: Atlas, 2000, p.135.

A importância da água, Projeto Brasil das águas, 2013. Disponível em :<http://brasildasaguas.com.br/educacional/a-importancia-da-agua/>.

BAZI, R.C.C; KIELING, A.C. **CIÊNCIA INDUSTRIAL. Escritos de Engenharia, Administração & Meio Ambiente**. Laxmi Book Publication, Solapur, Maharashtra, Índia, 2015.

BIANCHINI, M. K; MAGNI, A.; TAMBARA JÚNIOR, L.U.D.T ; BELLEI, P. . **O reúso da água como uma alternativa sustentável**. Universidade Federal do Pampa 2012. p.21.

BRASIL. **Lei n.º 9.433, 8 de janeiro de 1997. Presidência da República: Casa Civil**. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm>. Acesso em:22/10/2019.

BRASIL. **Lei n.º 9.984, 17 de julho de 2000. Presidência da República: Casa Civil**. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9984.htm >. Acesso em:22/10/2019.

CAETANO, Pedro. SANTOS, Hilton. **Reúso de água**. Manole, São Paulo, 2007.

CARVALHO, N. L.; HENTZ, P.; SILVA, J. M; BARCELLOS, A. L. **Reutilização de águas residuárias**. Revista Monografias Ambientais, v. 14, p. 3164-3171, 2014.

CASTRO, J. M A. y. **Regime jurídico das águas no Brasil**. Revista do Ministério Público do RS, Porto Alegre, n.65, p.29-36, 2010.

CAPELLARI, Adalberto. CAPELLARI, Marta Botti. **A água como bem jurídico, econômico e social**, Cidades, 36. 2018. Disponível em: <http://journals.openedition.org/cidades/657>

CNRH – Conselho Nacional de Recursos Hídricos. **Resolução CNRH nº 054, de 28 de novembro de 2005**. Estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reúso direto não potável de água.

SNATURAL MEIO AMBIENTE, 2018. **Desinfecção de Água Potável por Radiação Ultravioleta (UVC)**, Disponível em: <http://www.snatural.com.br/desinfeccao-ultravioleta-uvc-radiacao-uvc-agua-potavel/> Acesso em: 20/09/2019.

FLEURY, Maria Tereza. **Pesquisa aplicada: conceitos e abordagens**. São Paulo, Fundação Getúlio Vargas -FGV-EAESP, 2017, p.11.

FLORENCIO, L; BASTOS, R. K. X; AISSE, M. M. (coordenador). **Tratamento e utilização de esgotos Sanitários**. PROSAB –Edital IV. Recife: ABES, 2006. 427p.

FRITZ, Rodrigo. **Melhoria da automação dos processos de uma Estação de Tratamento de Esgoto**. Rio de Janeiro, UFRJ/Escola Politécnica, p. 18, setembro, 2017.

HIPÓLITO, Gabriela. **Sistemas industriais: vantagens do carvão ativado para o tratamento de água**. Grupo Hídrica, junho de 2019. Disponível em: <https://grupohidrica.com.br/sistemas-industriais-carvao-ativado/>. Acesso em: 18/09/2019.

GOMES, Alberto. **Estudo de Caso – Planejamento e Métodos**. Presidente Prudente, São Paulo, 2008, v. 15, n. 16, p. 215-221.

GRUPO EP. **Os benefícios do carvão ativado no tratamento da água industrial**, , Janeiro, 2018. Disponível em: <https://www.grupoep.com.br/os-beneficios-do-carvao-ativado-no-tratamento-da-agua-industrial/>.

HESPANHOL, Ivanildo. **A Inexorabilidade do reúso potável direto**. Revista DAE, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, p.63-82, 2015.

HESPANHOL, Ivanildo. **Reúso potável direto e o desafio dos poluentes emergentes**. Revista USP, São Paulo, n. 106 - p. 79-94, julho/agosto/setembro 2015.

HESPANHOL, Ivanildo. **Potencial de Reuso de Água no Brasil Agricultura, Industria, Municípios, Recarga de Aquíferos**. Revista USP, São Paulo, Volume 7 n.4 Out/Dez 2002, 75-95.

JORDÃO, E. P. e PESSÔA, C. A. **Tratamento de esgotos domésticos**. Rio de Janeiro: ABES, 3. ed. 1995.

LOJA MEU FILTRO, **Conjunto de Filtro e Bomba DFR22-11**. Disponível em: http://www.dancor.com.br/dancorsitenovo/public/uploads/catalogo_geral/, acesso 22/04/2019.

MIZUMO. **Sistema Modular de Tratamento de Esgoto Sanitário 2011**. Disponível em: <http://www.mizumo.com.br/>. Acesso em: 10/09/2019.

NATURALTEC, **Desinfecção Ultravioleta**, 2018. Disponível em: <http://www.naturaltec.com.br/ultravioleta-teoria/>. Acesso em: 20/08/2019.

NATURALTEC, **Filtro de Areia**, 2018. Disponível em: <http://www.naturaltec.com.br/filtrodeareia/>. Acesso em: 20/08/2019.

PETRELLA, R. (2000) **Direito ou mercadoria? A “nova conquista da água”**, Le Monde Diplomatique Brasil. São Paulo. 01 jan. 2000. Disponível em: <http://www.diplomatique.org.br/acervo.php?id=57&tipo=acervo>. Acesso em 12/09/2019.

RESENDE, Marcos. Dastre, Marina. SILVA, Rafael. **Viabilidade da reutilização da água para vasos sanitários**. Revista Ciências do Ambiente, Agosto, 2006, v. 2, Número 2.

SANTOS, H. F. **Critérios de Qualidade da Água para Reuso**. Revista DAE p.174, Dezembro 1993.

SCALON, FLÁVIA. **O que é Payback: Artigo completo**, 2019. Disponível em: <https://blog.softensistemas.com.br/o-que-e-payback/>.

SOUZA, Líria Alves de. **Carvão ativado**; Brasil Escola, 2019. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/quimica/carvao-ativado.htm>. Acesso em: 19/10/2019.

UNESCO. **Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos**. 2015. Disponível em: http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/images/WWDR2015ExecutiveSummary_POR_web.pdf>. Acesso em: 20/09/2019

UNIFESP. Eco-UNIFESP. 2019. Disponível em: https://dgi.unifesp.br/ecounifesp/index.php?option=com_content&view=article&id=12&Itemid=16.

VON SPERLING, M. 2005. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Vol. 1, 3a. edição, DESA, Ed. UFMG.

WESTERHOFF, G. P. “Un update of research needs for water reuse” **In: Water Reuse Symposium**, 3, 1984. San Diego, Califórnia, Proceedings. p. 1731-42.

YIN, Robert. **Estudo de Caso. Planejamento e Métodos**. 5ª Ed. Porto Alegre: Bookman, 2015, p.35.