

UNIEVANGÉLICA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

FLÁVIA LAVINIA COSTA NOGUEIRA

REAPROVEITAMENTO DE ÁGUAS CINZA EM EDIFÍCIOS
RESIDENCIAIS

ANÁPOLIS / GO
2019

FLÁVIA LAVINIA COSTA NOGUEIRA

**REAPROVEITAMENTO DE ÁGUAS CINZA EM EDIFÍCIOS
RESIDENCIAIS**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA**

ORIENTADOR: RHOGERIO CORREIA DE SOUZA ARAÚJO

**ANÁPOLIS / GO
2019**

FICHA CATALOGRÁFICA

NOGUEIRA, FLAVIA LAVINIA COSTA

Reaproveitamento de águas cinza em edifícios residenciais

65 P, 297 mm (ENC/UNI, Bacharel, Engenharia Civil, 2019).

TCC - UniEvangélica

Curso de Engenharia Civil.

1. Águas Cinza

2. Sustentabilidade

3. Reúso

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

NOGUEIRA, Flávia Lavinia Costa. Reaproveitamento de águas cinza em edifícios residenciais. TCC, Curso de Engenharia Civil, UniEvangélica, Anápolis, GO, 65 p. 2019.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Flávia Lavinia Costa Nogueira

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO:

Reaproveitamento de águas cinza em edifícios residenciais

GRAU: Bacharel em Engenharia Civil

ANO: 2019

É concedida à UniEvangélica a permissão para reproduzir cópias deste TCC e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste TCC pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.



Flavia Lavinia Costa Nogueira
flavialavini-232@hotmail.com

FLÁVIA LAVÍNIA COSTA NOGUEIRA

**REAPROVEITAMENTO DE ÁGUAS CINZA EM EDIFÍCIOS
RESIDENCIAIS**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO CURSO DE
ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA COMO PARTE DOS REQUISITOS
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL**

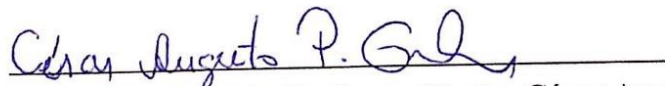
APROVADO POR:



**PROFESSOR ORIENTADOR: Ms. RHOGERIO CORREIA DE SOUZA
ARAÚJO,**



EXAMINADOR 1: Professor Especialista Rodolfo Rodrigues de Sousa Borges



EXAMINADOR 2: Professor Mestre César Augusto Paiva Gonçalves

ANÁPOLIS/GO, 03 de JUNHO de 2019.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me concedido o dom da vida e a oportunidade de estar nesta caminhada, meu pai que não está presente mais em vida, mas sempre me incentivou a iniciar uma faculdade e me ajudou com tudo, a minha mãe que sempre me apoiou e esteve ao meu lado, ao meu esposo que sempre me deu forças para não desistir desta caminhada, aos meus amigos pelo companheirismo até aqui sendo deles a mais importante minha Marise Nakao que desde o começo me ajudou e sempre foi uma ótima amiga em todos os momentos, a toda minha família que se orgulham de mim, e ao meu orientador pois sem ele não seria possível concluir este trabalho.

Flávia Lavinia Costa Nogueira

RESUMO

O tema principal deste trabalho é apresentar como pode ser realizado o reaproveitamento de águas cinza em um edifício residencial, fazendo com que a água cinza, ou seja, aquela derivada do uso doméstico, que após passar por vários processos, incluindo um tratamento adequado, será encaminhada a outro reservatório onde estará pronta para reuso, podendo ser reutilizada na descarga de vasos sanitários, lavagem de pisos e calçadas e até mesmo na irrigação de jardins. Será elaborado então um projeto que possa proporcionar a realização do processo de reaproveitamento de água cinza no edifício, verificando a qualidade da água, para que não ofereça nenhum risco aos que usá-la, analisando também se a demanda foi cumprida, para que não ocorra a falta d'água para os fins apresentados anteriormente, tendo o cuidado para que aconteça tudo em perfeita sintonia, garanta o bem estar, promova a economia de água esperada e beneficie principalmente o meio ambiente, pois este é o objetivo principal de um projeto sustentável, desta forma tudo deve ser feito com responsabilidade e dentro da ética.

PALAVRAS-CHAVES: Reaproveitamento. Águas cinza. Projeto.

ABSTRACT

The main theme of this work is to present how the reuse of gray water can be carried out in a residential building, so that gray water, that is, that derived from domestic use, that after going through several processes, including an appropriate treatment, will be sent to another reservoir where it will be ready for reuse, being able to be reused in the discharge vessels toilets, washing floors and sidewalks and even in the irrigation of gardens. A project will be elaborated that can provide the realization of the gray water reuse process in the building, verifying the quality of the water, so that it does not offer any risk to those who use it, also analyzing if the demand has been fulfilled, so that it does not occur the lack of water for the purposes presented previously, taking care to ensure that everything happens in perfect harmony, guarantees well-being, promotes the expected water economy and mainly benefits the environment, as this is the main objective of a sustainable project, in this way everything must be done with responsibility and within ethics.

KEYWORDS: Reutilization. Gray water. Project.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Sistema de Aquecimento Solar	19
Figura 2 – Seca no Nordeste.....	20
Figura 3 – Consumo de água no Brasil.....	22
Figura 4 – Parcelas de contribuição de águas cinza e de águas negras	29
Figura 5 – Formas potenciais de reuso de água.....	31
Figura 6 – Sistema de reúso de água cinza.....	32
Figura 7 – Conversão biológica da matéria orgânica nos sistemas anaeróbicos e aeróbicos de tratamento de esgoto sanitário	35
Figura 8 – Projeto arquitetônico	40
Figura 9 – Distribuição de água cinza tratada	49
Figura 10 – Esquema vertical da distribuição das águas cinza nas bacias sanitárias e torneiras do jardim.....	50
Figura 11 – Esquema vertical da distribuição das águas cinza nas torneiras da lavanderia e jardim.....	50
Figura 12 – Reator anaeróbio e filtro anaeróbio.....	51
Figura 13 – Sistema de captação e tratamento da água cinza no edifício	55
Figura 14 – Disposição do reservatório superior de água cinza	56

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Práticas de Responsabilidade Socioambiental.....	18
Quadro 2 – Distribuição dos recursos hídricos do Brasil	21
Quadro 3 – Código de Cores dos Efluentes.....	25
Quadro 4 – Estimativa do consumo interno mensal de água.....	41
Quadro 5 – Estimativa do consumo externo mensal de água	41
Quadro 6 – Oferta de água cinza do edifício	42
Quadro 7 – Estimativa de consumo de água de reúso no edifício	43
Quadro 8 – Estimativa da demanda crítica mensal no edifício	43
Quadro 9 – Estimativa da economia de água no edifício	44
Quadro 10 – Dimensionamento dos ramais de descarga	45
Quadro 11 – Dimensionamento das caixas sifonadas	45
Quadro 12 – Dimensionamento dos tubos de queda	46
Quadro 13 – Dimensionamento dos coletores de água cinza	46
Quadro 14 – Comprimento equivalente de conexões.....	48
Quadro 15 – Planilha de cálculo para obtenção dos diâmetros das tubulações de distribuição da água cinza tratada.....	49
Quadro 16 – Dimensionamento do conjunto reator e filtro, em metros	53
Quadro 17 – Faixas prováveis de remoção de poluentes.....	55
Quadro 18 – Remoção de sólidos e compostos nitrogenados no sistema de tratamento proposto	56
Quadro 19 – Remoção de fósforos, DBO, DQO e compostos de enxofre no sistema de tratamento proposto	56
Quadro 20 – Remoção de coliformes no sistema de tratamento proposto	57

LISTA DE TABELA

Tabela 1 – Defeitos/Falhas dos aparelhos sanitários e intervenções necessárias	23
Tabela 2 – Características físicas, químicas, e bacteriológicas das cinza originada em banheiros brasileiros	25
Tabela 3– Características físicas, químicas, e bacteriológicas das cinza originada em banheiros brasileiros.....	26
Tabela 4 –Características físicas, químicas, e bacteriológicas das cinza originada em banheiros brasileiros	26
Tabela 5 – Exemplos de estações de tratamento de águas cinza	36
Tabela 6 – Exemplos de estações de tratamento de águas cinza.....	37
Tabela 7 – Exemplos de estações de tratamento de águas cinza.....	37

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLA

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AQUA	Alta Qualidade Ambiental
BS	Bacia Sanitária
CAC	Coletor de Água Cinza
CO ₂	Dióxido de Carbono
CT	Coliformes Totais
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DN	Diâmetro Nominal
DQO	Demanda Química de Oxigênio
DQO	Demanda Química de Oxigênio
H ₂ O	Água
H ₂ S	Ácido Sulfídrico
HQE	Haute Qualité Environnementale
ISE	Índice de Sustentabilidade Empresarial
LEED	Leadership in Energy & Environmental Design
NBR	Norma Brasileira
NH ₃	Amônia
OMS	Conselho Nacional do Meio Ambiente
RCD	Resíduos de Construção e Demolição
SIRB	Sistema Integrado de Bolsa de Resíduos
TJ	Torneira Jardim
TL	Torneira Lavanderia
TQAC	Tubo de Queda de Água Cinza
UHC	Unidade Hunter de Contribuição
UN	Conference on the human Environmente

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
1.1 JUSTIFICATIVA.....	12
1.2 OBJETIVOS	12
1.2.1 Objetivo geral	13
1.2.2 Objetivos específicos.....	13
1.3 METODOLOGIA	13
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1 SUSTENTABILIDADE E MEIO AMBIENTE	15
2.2 ESCASSEZ DE ÁGUA	19
2.3 CONSUMO DE ÁGUA.....	21
2.4 ÁGUA CINZA	24
2.5 TIPOS DE REUSO	30
2.6 TRATAMENTO DE ÁGUAS CINZA.....	34
2.6.1 Estocagem.....	38
2.7 LEGISLAÇÃO E NORMAS PARA REUSO	38
3 ESTUDO DE CASO	39
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA EDIFICAÇÃO	39
3.2 ESTIMATIVA DO CONSUMO DE ÁGUA DA EDIFICAÇÃO.....	40
3.2.1 Estimativa da oferta de água cinza	40
3.2.2 Estimativa do consumo de água de reúso.....	41
3.2.3 Estimativa da economia de água	42
4 PROJETO DO SISTEMA DE REÚSO	44
4.1 PROJETO DO SISTEMA DE COLETA DAS ÁGUAS CINZA.....	44
4.2 PROJETO DE DISTRIBUIÇÃO DA ÁGUA CINZA TRATADA	46
4.3 PROJETO DO SISTEMA DE TRATAMENTO DAS ÁGUAS CINZA.....	50
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	59
REFERÊNCIAS	61

1 INTRODUÇÃO

A forma como a água está sendo utilizada nos dias atuais gera certa preocupação. Sendo um recurso natural abundante em grande parte do país, a idéia de que a água é infinita ainda é algo comum no pensamento de grande parte da população, e por isso o uso responsável da água tende a diminuir e o desperdício a se torna maior. Porém todos devem entender que a água é um bem natural finito, e que o uso dela deve ser feito de forma prudente. Sabendo disso, nota-se o quão importante se torna a prática da economia de água e o consumo consciente. As iniciativas para reduzir esse problema devem partir da definição de sustentabilidade. Para Oliveira (2004), desenvolvimento sustentável é o “desenvolvimento em que a velocidade da inevitável agressão ao ambiente é menor do que a velocidade com que a natureza consegue reagir para compensar esses danos”.

A água potável é um recurso que está cada vez mais escasso, segundo levantamentos da Organização das Nações Unidas (ONU, 2018), todos necessitam de água de qualidade para garantir uma vida decente, porém hoje milhões de pessoas carecem desse bem, a população necessita do saneamento básico para garantir a saúde, e mesmo assim mais de um quarto da população mundial não tem disponível um sistema de saneamento adequado, a ONU ressalta então que o desenvolvimento sustentável é irrefutável para que objetivos sociais, ambientais e econômicos sejam alcançados.

A ingestão de água potável é importante para garantir a saúde de um ser humano, ela deve ser tratada corretamente para garantir sua qualidade e assim poder ser usada em atividades essenciais como na própria ingestão, preparação de alimentos e na higiene pessoal, porém alguns usos não se restringem somente a este tipo de água. A água cinza, por exemplo, oriunda de chuveiros, pias, lavatórios e máquinas de lavar roupas, cumpre bem as expectativas em atividades domésticas como lavagem de pisos e calçadas, na descarga sanitária e irrigação de jardins, gerando assim uma significável economia de água. Para Santos (2002) é possível realizar o reúso da água, desde que se realize também um projeto para este fim, e se respeite as diretrizes preconizadas para tal. Agir de forma sustentável e cuidar dos recursos naturais é uma forma de trazer benefícios não só a esta geração, mas também para as gerações futuras, e a economia de água é um ato sustentável que deve ser incentivado.

O reaproveitamento de águas cinza, tema deste trabalho, analisa as opções mais viáveis para a realização de um projeto, de forma que gere conforto e confiança aos usuários

através de um tratamento eficaz da água destinada ao reúso, proporcionando economia e acima de tudo beneficiando o meio ambiente. Para Vizeu (2012) as águas cinza são aquelas provenientes dos lavatórios, chuveiros, tanques e máquinas de lavar roupa e louça. Porém, esse é um conceito sobre o qual ainda não há efetivamente um consenso internacional acerca de sua definição.

1.1 JUSTIFICATIVA

Um dos grandes desafios do século é a escassez de água. As pesquisas comprovam que 75% do planeta é ocupado por água mas apenas 1% corresponde à água doce da superfície e as águas subterrâneas utilizadas para o abastecimento dos povos.

Para a humanidade, a água doce é um bem essencial, mas boa parte das pessoas não observam que as atividades agrícolas e industriais aliadas ao crescimento da cidade e ao aumento da população mundial está diminuindo a qualidade desse recurso e tornando-o mais escasso. Esse é um problema que já é uma realidade em muitos lugares do planeta.

Com isso, muitos cientistas e autoridades públicas estão se preocupando e encaminhando para tomada de decisões que visam evitar o desperdício ou a degradação das reservas hídricas. Estão criando Leis mais eficazes e conscientizando para a necessidade de cada indivíduo utilizar a água no planeta de forma mais sustentável.

Essas constatações despertaram interesse para o desenvolvimento deste estudo para se aprofundar no conhecimento sobre essa temática, com vistas a elaborar um projeto que possa reutilizar a água que seria descartada no esgoto urbano, utilizando-a novamente em atividades que necessitam de grande volume de água, saber disto é gratificante, considerando que o benefício de tal prática não é individual, pois se o consumo de água em uma residência diminuir ocorrerá também uma economia significável, e acima de tudo pode assegurar proteção maior ao meio ambiente, e ainda incentivar outras pessoas à também aderirem idéias sustentáveis.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

O objetivo deste trabalho é elaborar um projeto que possa reutilizar a água cinza de um edifício, analisando as formas mais indicadas para o processo de captação e distribuição do efluente, escolhendo o modelo mais capacitado para cumprir a função de tratamento para esse cenário, proporcionando a economia de água.

1.2.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- Realizar um levantamento bibliográfico sobre sustentabilidade, consumo de água, escassez de água, águas cinza, diferentes tipos de reusos, formas de tratamento e estocagem da água cinza;
- Analisar as formas de tratamento apresentadas nas bibliografias escolhendo o melhor para o cenário estudado;
- Elaborar um projeto de reutilização de águas cinza em um edifício residencial de quatro pavimentos.

1.3 METODOLOGIA

Para garantir um maior aproveitamento dos recursos naturais, a procura por soluções inovadoras está sempre aumentando, isso garante então mais qualidade e economia nas construções, tendo como objetivo sempre reduzir os impactos causados ao meio ambiente. (SELLA, 2011) Pensando nisto este trabalho foi realizado com o intuito de mostrar de forma clara como reutilizar a água cinza de um edifício residencial, através da criação do projeto hidráulico de um edifício de quatro pavimentos localizado na cidade de Silvânia-Go, local escolhido para o estudo, desta maneira será criado um sistema hidráulico, para que tenha como fim principal, realizar a captação de água cinza e após passar por um tratamento adequado ser efetuada a distribuição individualizada do efluente devidamente tratado, para que isto ocorra, o sistema hidráulico deve ser diferente dos usados normalmente em edifícios comuns, já que a água cinza após captada e tratada, deverá ter sua distribuição separada da

água oferecida pela rede pública, e então seu uso final será exclusivo para atividades específicas, como foi citado acima na introdução. O projeto então foi feito com o auxílio de levantamento bibliográfico, leitura de artigos, dissertações, relatórios de pesquisa e normas técnicas.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Na primeira parte deste trabalho, onde estão dispostos os capítulos 1 e 2, foi abordado a questão da sustentabilidade e meio ambiente, onde mostrará como e por qual motivo se iniciou a ideia sustentável por parte da sociedade, explicará o funcionamento da sustentabilidade na construção civil, mostrará como está a situação da escassez de água no país, assim como a distribuição e o consumo da mesma, será possível entender o que é água cinza, quais são os tipos de reusos existentes, como reutilizar corretamente a água cinza e potenciais maneiras de se efetuar o tratamento para tal fim, além de conhecer como pode ser realizada a estocagem de água cinza, por fim será separadas algumas normas e legislações necessárias para que o reúso seja efetuado de forma correta.

Já na segunda parte deste trabalho da qual fazem parte os capítulos 3, 4 e 5, é possível conhecer melhor as características da edificação estudada a fim de conhecer o consumo de água do edifício, sua demanda e também uma estimativa da economia de água gerada, para que através disto seja realizado o dimensionamento do projeto de reúso, ou seja, conhecer os diâmetros das tubulações usadas na captação e distribuição da água cinza, dimensionar os tubos de quedas e coletores de água cinza. Além disso, foi possível escolher a melhor forma de tratamento para serem realizados no próprio local da edificação, conhecendo em seguida quais foram os valores estimados de remoção de poluentes para assim garantir a qualidade da água tratada.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 SUSTENTABILIDADE E MEIO AMBIENTE

Por definição, sustentabilidade é a maneira de usar um recurso natural de forma que ele possa durar, ou seja, se este recurso for utilizado da forma sustentável, ele irá durar para sempre. (MIKHAILOVA, 2004). O serviço sustentável deve estar presente nas empresas e indústrias para garantir o controle dos recursos naturais usados, isso deve ser incentivado, pois, muitas empresas se preocupam excepcionalmente com o lucro que terão no final do mês, com o grande retorno financeiro gerado no final do ano, muitas vezes sem se preocuparem com os desgastes que estão acometendo ao meio ambiente, não se atentam aos problemas ambientais que surgem para garantirem tal crescimento econômico, com isso acabam poluindo a água e o ar, diminuindo os recursos essenciais aos seres humanos e animais. (ROOS; LEIA; BECKER, 2012)

Agir desta forma significa pensar não só no presente, mas principalmente no futuro, as próximas gerações precisam ter as mesmas oportunidades, para não sofrer com a falta de água e de recursos essenciais a vida e que sejam de qualidade. As empresas precisam crescer e garantir que isso continue no futuro, desta forma todos colhem bons frutos, as empresas continuam crescendo cada vez mais, não só no presente, mas também no futuro, pois assim os recursos naturais são garantidos, preservados podem favorecer as empresas, a economia e acima de tudo garantir a qualidade de vida dos seres humanos, pensando em longo prazo e garantindo que as gerações futuras também sejam beneficiadas. (ROOS; LEIA; BECKER, 2012)

Novas formas de garantir a preservação desses recursos devem ser estudadas, criação de projetos que sejam economicamente viáveis, reduza o consumo e evite a poluição deve ganhar espaço na sociedade. Esta idéia sustentável vem crescendo nos dias atuais, porém já se tem falado sobre isso há alguns anos atrás, após notarem a extrema importância que os recursos naturais tinham sobre a sociedade, ocorrendo então a conferência de Estocolmo em 1972 (UN Conference on the human Environment), que foi um grande marco para o desenvolvimento sustentável, para conscientizar a sociedade a agir de forma mais sensata com o meio ambiente, posteriormente em 1992 após a Conferência das nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento no Rio de Janeiro, a idéia de sustentabilidade ganhou mais importância. (MIKHAILOVA, 2004)

Segundo (VIZEU; MENEGHETTI; SEIFERT, 2012) a prática do desenvolvimento sustentável esta tão presente nos dias atuais, pois esta visão só surgiu após o capitalismo começar a degradar os recursos naturais, ou seja, a sociedade cresceu, pois foi em busca do sucesso econômico, as indústrias se tornaram cada vez maiores já que suas práticas eram voltadas para o crescimento financeiro, antigamente os recursos naturais eram abundantes e não tinham preocupações em relação a falta destes, conseqüentemente não exerciam práticas sustentáveis, esta prática se fez presente a partir do momento que perceberam que os recursos se tornariam escassos, pois sem eles a economia para, a sociedade se colide com o caos, agir de forma sustentável se tornou uma necessidade, já que a sociedade anda de mãos dadas com o meio ambiente e tudo que ele nos proporciona para viver. Porém muitas empresas usam isso como uma forma de amenizar os danos promovidos à sua imagem, se uma indústria libera poluentes na natureza ela cria uma atividade sustentável não pensando de fato no meio ambiente, mas sim no impacto que aquilo causa na sociedade, assim diminuindo a culpa que as atividades nela exercida possam causar.

A indústria da construção civil vem crescendo significativamente, junto a isso cresce também a produção de resíduos sólidos, em 2016 as cidades brasileiras produziram cerca de 45 milhões de toneladas de RCD (Resíduos de Construção e Demolição). (ABRELPE, 2016) Com isso os responsáveis desta parte devem estabelecer práticas de reciclagem de resíduos, assim como meios de reduzir a quantidade de água e energia gerada em uma construção, existem varias campanhas com o intuito de informatizar e conscientizar a sociedade, o Sistema Integrado de Bolsa de Resíduos (SIRB), por exemplo, busca promover uma negociação com empresas para haver a compra e venda de resíduos que podem tambem ser trocados ou doados, estes resíduos são classificados de acordo com sua qualidade, onde são agregados valores para assim se transformar em insumos ou até mesmo novas matérias primas, desta forma as empresas podem substituir algumas matérias primas por outra de menor custo promovendo economia e reduzindo gastos de recursos naturais.

Existem sistemas de certificação dentro da construção civil que servem de incentivo para práticas sustentáveis, um deles chamado LEED (Leadership in Energy & Environmental Design) que busca gerar a produção de edifícios sustentáveis, promovendo o bem estar, sem deixar de ser lucrativo, ele avalia o desenvolvimento ambiental do empreendimento, onde passam por várias análises e critérios para que possam obter o certificado, que gera um aumento do custo do empreendimento de 5% a 10%. Outro incentivo é o certificado AQUA (Alta Qualidade Ambiental), versão brasileira do HQE (França) que através de auditorias buscam garantir a qualidade ambiental de um empreendimento. (LEITE, 2011), iniciativas como

estas garante o crescimento da prática sustentável dentro da construção civil, pois mostra que através da educação ambiental é possível obter retornos positivos tanto economicamente quanto socialmente.

Atualmente encontram-se normas para gestão em responsabilidade social um exemplo é a ISO 26000, lançada em novembro de 2010 em Genebra tendo sua versão em português em dezembro de 2010 em São Paulo, “Esta Norma pretende auxiliar as organizações a contribuírem para o desenvolvimento sustentável. Visa estimulá-las a irem além da conformidade legal, reconhecendo que conformidade com a lei é uma obrigação fundamental de qualquer organização.” (ABNT NBR ISO 26000, 2010, p.1), porém esta norma não emite qualquer tipo de certificado, então foi criada a NBR 16001 que através de requisitos verificáveis permite a certificação por meio de terceiros.

O setor da construção civil entende que os gastos com controle ambiental traz benefícios importantes, amplia os horizontes trazendo mais lucro e gerando mais vantagens em relação às empresas que ainda dão passos pequenos em direção a este caminho, fazendo também com que a empresa ganhe mais visibilidade, já que iniciativas sustentáveis chamam a atenção positivamente, que de qualquer forma é a melhor maneira de agir quando se tem uma empresa, especialmente dentro da área de construção civil onde existem vários programas que auxiliam estas práticas. Em 2005 foi iniciado na América Latina o Índice de Sustentabilidade Empresarial (ISE), onde possui ações de empresas com investimentos que respeite o desenvolvimento sustentável, todo o processo busca apoiar a atividade sustentável, fazendo com que as empresas participantes adotem cada vez mais, práticas positivas ao meio ambiente. Algumas práticas responsáveis devem ser seguidas pelas empresas e serão apresentadas no Quadro 1. (CÔRTEES et al., 2011)

Quadro 1 - Práticas de Responsabilidade Socioambiental

Práticas de Responsabilidade Socioambiental	% de Empresas que praticam
Eliminação/minimização dos impactos negativos provocados por seus produtos e atividades no meio ambiente e na sociedade	70%
Relação de transparência e responsabilidade com a comunidade	53%
Políticas que visam ao desenvolvimento sustentável	54%
Estímulo ao comportamento ético	54%
Proteção à imagem da empresa junto às comunidades afetadas pelas obras	70%

Fonte: CÔRTEES et al., 2011

É importante analisar todos os impactos ambientais que uma nova construção pode trazer e então estudar formas de minimiza-los ou até mesmo de evitar a ocorrência destes, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), considerando a grande demanda de resíduos gerados nas construções criou a Resolução nº 307, que visa tratar de forma correta tais resíduos, para que sejam devidamente descartados, em locais apropriados, havendo a separação correta dos materiais recicláveis, para assim reduzir os impactos ambientais que possam causar.

Dentro da construção civil existem inúmeras maneiras de economizar recursos naturais, construir uma residência com sistema de aquecimento solar como o ilustrado na Figura 1 abaixo, é bastante vantajoso já que no Brasil há grande incidência de raios solares em grande parte do território, sem falar dos valores altos gerados pelas empresas convencionais de distribuição de energia, o investimento então se torna compensatório, pois a economia média anual pode ficar entre 65% e 80%. (Corrêa, 2017)

Figura 1 - Sistema de Aquecimento Solar



Fonte: <http://advantiseletricidade.com/w>

As empresas de construção civil especificamente, devem sempre inovar, existem várias maneiras de uma construção se tornar sustentável, meios que enriquecem o investimento, existem várias práticas sustentáveis conhecidas no mercado, ainda assim não é demais criar novos meios de preservar o meio ambiente através de construções inovadoras, transformar atividades comuns em atividades que gerem economia de água e de energia, que tragam mais economia e preserve os recursos naturais, são investimentos que sem dúvidas trará retornos positivos para a sociedade e meio ambiente. (SILVA et al., 2017)

2.2 ESCASSEZ DE ÁGUA

A seca já é registrada desde os anos 40, citando Nordeste como exemplo, ele que possui 27,6% da população Brasileira, estes condenados a uma vida precária por viver em uma região bastante seca, como pode ser visto na Figura 2 abaixo, uma imagem que mostra apenas um pouco desta realidade, o que acontece já que são disponíveis somente 3 % da capacidade hídrica nacional por existir uma grande escassez de chuvas, falando especificamente do Sertão, região onde a seca é mais severa por apresentar a menor ocorrência de chuvas em esfera nacional, uma explicação para essa extrema falta de chuva é devido ao tipo de massa de ar que juntamente com o relevo impedem a circulação de ar quente e úmido necessários para proporcionar chuvas, já que a temperatura da água no Oceano Pacífico é bastante elevada, como consequência o índice de pobreza aumenta por se tornar precária a produção de bens alimentícios e a criação de animais. (FREITAS, [s.d.]

Figura 2 – Seca no Nordeste



Fonte: <https://brasilecola.uol.com.br/brasil/a-seca-no-nordeste.htm>

Portanto falar sobre escassez de água hoje em dia não significa exclusivamente falar de regiões secas e áridas, a água é um importante recurso essencial à vida presente em todas as atividades humanas e não humanas, a economia depende principalmente da demanda desse bem, e infelizmente nos grandes centros urbanos já existe a falta de água, isso ocorre muitas vezes devido à falta do abastecimento gerado pelos mananciais que se tornam insuficientes, usando a Bacia do Alto Tietê como exemplo, que abastece toda a Região Metropolitana de São Paulo e possui uma área de drenagem de 5.775,12 km² (PAULO; SOLE, 2018), corre o risco de ter a vazão de seus mananciais insuficientes para cumprir toda a sua demanda de abastecimento, com isso as taxas cobradas para o abastecimento se tornam cada dia mais altos.

A escassez também está ligada à poluição das fontes de água que está cada dia maior, as indústrias sempre em busca de crescimento financeiro exploram demasiadamente este recurso, acabam poluindo rios, lagos, aquíferos, que vão se tornando insuficientes, já que a

demanda só tende a crescer, como a população esta cada dia maior a busca pela água de qualidade aumenta, como consequencia temos atualmente mais de um bilhão de pessoas que sofrem com a falta de saneamento e acesso adequado à água.

Isso significa que o problema de escassez de água é um assunto que deve preocupar a sociedade de modo geral, é de suma importancia usar este recurso de forma consciente e sustentável, elaborar meios que economize água, por exemplo, através de projetos inovadores que possam também reutilizar águas de qualidade inferior em atividades domésticas, para tais fins é interessante fazer uso da água da chuva ou até mesmo de águas cinza quando devidamente tratadas, são iniciativas simples, porém podem apresentar grande eficácia. (SAUTCHUK et al., 2005)

2.3 CONSUMO DE ÁGUA

Segundo o Ministério do Meio Ambiente o planeta terra possui 97,5% de água salgada, ou seja, em seu estado natural é imprópria para consumo humano, restando somente 2,5% de água doce onde 68,9% são geleiras e neves eternas, 29,9% são águas subterrâneas como, por exemplo, o Aquífero Guarani que possui um volume 37.000 km³ e compreende parte do território do Brasil, Argentina, Paraguai e Uruguai, 0,9% então é composto por solos, pântanos e geadas, restando 0,3% que representa rios e lagos.

Como a água é um bem essencial à vida de todos os seres vivos, sua demanda só cresce todos os dias, o Brasil possui 13,7% de toda água doce do planeta, onde 68,5% esta disposto na região Norte do país, 3,3% na região Nordeste, 15,7% concentrado na região Centro-Oeste, somente 6% se encontra no Sudeste, e 6,5% na região Sul, a divisão da concentração deste recurso hídrico entre as regiões do Brasil será apresentado no (quadro 2) a seguir.

Quadro 2 - Distribuição dos recursos hídricos do Brasil

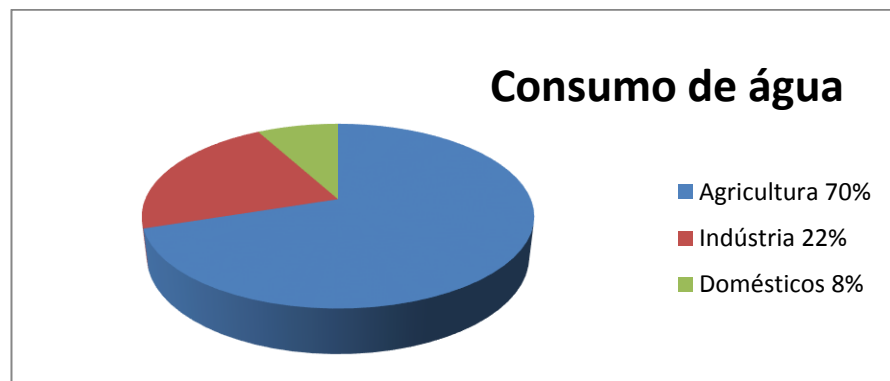
Região	Concentração dos recursos hídricos do país
Norte	68,50%
Nordeste	3,30%
Centro-Oeste	15,70%
Sudeste	6%
Sul	6,50%

Fonte: IBGE / Agência Nacional das Águas (2010)

Antes de a água chegar às residências, empresas ou indústrias, é de conhecimento de todos, que a mesma necessita passar por uma série de procedimentos que garantam a qualidade final da água para ser consumida pelo ser humano, isto acontece através das estações de tratamento ocorrendo a filtração, desinfecção e outros procedimentos importantes para garantir o resultado final. Um dos problemas encontrados no Brasil é a falta de saneamento básico onde segundo o Ministério das Cidades 60 milhões de brasileiros não tem rede de coleta de esgotos.

A água é utilizada em vários fins como agricultura através da irrigação, na criação de animais, na região urbana abastecendo de residências, empresas, a sociedade em geral, e também em indústrias, ela tem sua importância em cada um desses setores, com isso é de extrema importância garantir o tratamento e a coleta adequada, além disso, se atentar para que o uso da água seja feito de forma consciente, a distribuição da água para cada setor distinto é mostrada na Figura 3 a seguir.

Figura 3 - Consumo de água no Brasil



Fonte: Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (2012)

Segundo (TOMAZ, 1999), o consumo de água nas regiões urbanas é dividido em três categorias, consumo residencial, comercial e público, sendo o residencial subdividido em dois tipos de uso, o Uso Interno caracterizado pelas atividades pessoais de higiene e atividades domésticas realizadas na cozinha e lavanderia, e o Uso Externo em atividades realizadas no jardim ou gramado como irrigação, lavagem de carros, e atividades voltadas para o lazer como manutenção de piscinas.

Nas residências a utilização da água é dividida em varias atividades, para consumo próprio, higiene, serviços domésticos como lavagem de roupa, pisos e calçadas, irrigação de jardins, porém falando exclusivamente da descarga sanitária podemos salientar o seguinte, supondo que a bacia sanitária seja de caixa acoplada de 6 litros, ela vai consumir 24 l/dia por

habitação de água, o que resulta em 5% do consumo em uma residência, observando agora a situação da lavadora de roupas nesta mesma situação, ela consome 48 l/dia por habitação, são 11% do consumo total. (DeOREO; MAYER, 1999 apud BARRETO, 2008)

Analisando este caso percebe-se o seguinte, a água utilizada para a descarga na bacia sanitária pode ser a mesma água reutilizada da máquina de lavar roupas, isto significa que a água cinza descartada da máquina, tema que será mais bem abordado a frente, pode ser simplesmente reutilizada, depois de feito todos os tratamentos necessários para este fim. A água utilizada no banho assim como aquela oriunda da lavadora de roupa, pode ter o mesmo fim, já que o consumo do chuveiro é de 238 l/dia por habitação resultando em 55% do consumo. (PAIS; REBÊLO, 2011)

É necessário agir de forma responsável e consciente, alternativas como estas citadas anteriormente são meios que proporcionam uma grande economia futura e impulsionam a prática da sustentabilidade, porém mesmo sem obter tais projetos, a prática sustentável deve estar presente dentro de cada edifício, ou seja, estar sempre atento ao consumo de água, garantindo que nenhum problema de vazamento, por exemplo, provoque o desperdício desse recurso hídrico, para concluir, a tabela 1 abaixo, mostra como agir em casos de defeitos em aparelhos sanitários que podem por ventura causar o desperdício de água. (SAUTCHUK et al., 2005)

Tabela 1 - Defeitos/Falhas dos aparelhos sanitários e intervenções necessárias

Aparelho Sanitário	Defeitos/Falhas Encontrados	Intervenção
	Vasamento na bacia	Troca de reparos
Bacia sanitária com válvula	Vasamento externo na válvula de descarga	
Bacia sanitária com caixa		Regulagem da bóia ou troca de reparos Troca ou limpeza da comporta e sede
acoplada	Vasamento na bacia	Troca ou regulagem do cordão
Torneira convencional	Vasamento pela bica	Troca do vedante ou do reparo
(lavatório, pia, tanque)	Vasamento pela haste	Troca do anel de vedação da haste ou do reparo
Torneiras hidromecânicas (lavatório, mictório)	Tempo de abertura inadequado (fora da faixa compreendida entre 6 e 12 segundos)	Troca do anel de vedação da haste ou do reparo
	Vazão excessiva	Ajuste da vazão através do registro regulador
	Vasamento na haste do botão acionador	Troca do anel de vedação da haste ou do reparo
Registro de pressão para chuveiro	Vasamentos pelo chuveiro	Troca do vedante ou do reparo
	Vasamento pela haste do registro	Troca do anel de vedação da haste ou do reparo

Fonte: Sautchuk et al., 2005

É importante conhecer bem as diferentes maneiras de consumir água, analisar onde o gasto por ventura é maior ou menor, observar qual o grau de importância de cada equipamento que abastece uma residência, assim como empresas ou indústrias, conhecer qual a função correta dos equipamentos, pois assim será possível fazer a intervenção correta quando algum apresentar problemas de funcionamento, e ter como fim principal a economia

de água, conhecer o que pode ser reaproveitado ou não, e criar novas maneiras de praticar o reuso sustentável. (BAZZARELLA, 2005)

2.4 ÁGUA CINZA

A água Cinza também conhecida como água servida ou residual, é toda água oriunda do banho (chuveiro, banheira, lavatório), e também águas usadas para a lavagem de roupas, como aquela descartada da máquina de lavar, não é considerada água cinza a que for gerada nos aparelhos sanitários por apresentar grande quantidade de coliformes fecais, a água gerada na pia de cozinha é considerada água cinza, porém como apresenta grande quantidade de gorduras provenientes de restos de alimentos e ser muito poluída, não é comum utiliza-la especificamente para o reuso. (SAUTCHUK et al., 2005)

A utilização de águas cinza para meios não potáveis está se tornando conhecido em nosso país, pois já existem residências que fazem uso desta prática, porém ainda é pouco utilizada, muitas pessoas ainda não tem conhecimento desse tipo de projeto, por mais que em muitas casas é feito o reaproveitamento da água oriunda da máquina de lavar roupas para lavagem de pisos, por exemplo, atividade comum pois gera uma economia na hora de realizar tais serviços, o projeto em si estabelecido para captação e tratamento de água cinza ainda não é muito utilizado.

A qualidade da água cinza pode variar de acordo com cada região, pois o modo de utilização das águas que podem ser reaproveitadas, ou seja, água cinza pode ser diferente, variando de acordo com o estilo de vida dos moradores de uma determinada residência, a quantidade de moradores, faixa etária, entre outros. (NSWHEALTH, 2002 e NOLDE, 1999 apud GONÇALVES et al., 2006)

A cor desse tipo de água pode variar entre cinza claro e cinza escuro de acordo com a quantidade de sujeira encontrado, apresenta também outras cores dependendo dos tipos de substâncias detectadas, porém pode ser transparente quando oriunda da máquina de lavar, mais precisamente aquela retirada na hora da centrifugação, entretanto mesmo que apresente a cor cristalina nela contém partículas de sujeira vindas das roupas e também resíduos de substâncias químicas usadas na higienização das mesmas, assim como aquelas oriundas do banho que contém resíduos de produtos usados na higiene pessoal, além dos elementos encontrados no corpo humano como suor e oleosidade. (INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT), 2016) Para saber diferenciar a qualidade da água servida o Quadro 3 a seguir mostrará as cores de cada tipo de efluente.

Quadro 3: Código de Cores dos Efluentes

Tipo	Contaminantes
Preto (Blackwater)	Todos os efluentes domésticos misturados
Cinza escuro	Banho, cozinha e lavatório
Cinza claro	Banho, lavatório e máquina de lavar roupas
Amarelo	Somente urina (mictório)
Marrom	Somente fezes (sem urina)

Fonte: Henze&Ledin (2001)

Mesmo que este de tipo de água servida não seja oriunda de bacias sanitárias, pode conter diversas contaminações, já que não se sabe ao certo em que circunstâncias foi realizado o banho, pois há situações particulares em que a pessoa antes de ir ao banho tenha utilizado o vaso sanitário, assim deixando pequenas parcelas de coliformes fecais, ou apresente ferimentos na pele, que podem contaminar mesmo que em pequena quantidade, a água servida. Para então conhecer algumas substâncias presentes na água cinza oriunda de um banheiro, serão apresentadas as Tabelas 2 e 3 a seguir.

Tabela 2: Características físicas, químicas, e bacteriológicas das águas cinza originada em banheiros brasileiros.

Parâmetros	Concentrações	
	1	2
Temperatura (°C)	-	-
Cor (UH)	Ausente	Ausente
Odor	Ausente	Ausente
Turbidez (UT)	0,8	1,3
pH	8,4	8,8
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	-	-
Cloro Livre (mg/L)	-	-
Cloro Total (mg/L)	-	-
Fósforo Total (mg/L)	-	-
DBO (mg/L)	20,3	96
1- Banheiro Masculino: Complexo esportivo - Passo Fundo-RS		
2- Banheiro Feminino: Complexo esportivo - Passo Fundo-RS		

Fonte: SANTOS e ZABRACKI (2003); FONINI, FERNANDES e PIZZO (2004).

Tabela 3: Características físicas, químicas, e bacteriológicas das águas cinza originada em banheiros brasileiros.

Parâmetros	Concentrações	
	1	2
Sólido suspenso (mg/L)	21,3	86
Dureza	22,3	130
Zinco	23,3	0,1
Cobre	24,3	0,19
Ferro	25,3	0,1
Coliforme total (MPN/100 mL)	26,3	23000
Coliforme Fecal (MPN/100 mL)	-	-
1- Banheiro Masculino: Complexo esportivo - Passo Fundo-RS		
2- Banheiro Feminino: Complexo esportivo - Passo Fundo-RS		

Fonte: SANTOS e ZABRACKI (2003); FONINI, FERNANDES e PIZZO (2004).

São encontrados além desses, outros elementos nas águas cinza que serão apresentados na Tabela 4 abaixo.

Tabela 4: Características físicas, químicas, e bacteriológicas das águas cinza originada em banheiros brasileiros.

Parâmetros	Concentrações
	1
Vasão média dos chuveiros (L/s)	0,058
Vasão média dos lavatórios (L/s)	0,078
Condutividade ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	125,9
Nitrito (NO_2^- Nmg/L)	<0,003
Óleos e graxas	18,2
pH	7,11
DBO (mg/L)	258
DQO (mg/L)	470
Sólido suspenso (mg/L)	180
Alcalinidade (mg/L)	6,7
Surfactantes (mg/L)	2,18
Contagem bacteriológica (UFC/mL)	$8,5 \times 10^5$
Cloretos (Cl^- mg/L)	26,9
Nitrato (NO_3^- Nmg/L)	27,5
Fósforo total (mg/L)	0,43
Turbidez (UT)	340,7
Dureza total (CaCO_3 mg/L)	5,7
1- Edifício residencial: Curitiba-PR	

Fonte: SANTOS e ZABRACKI (2003); FONINI, FERNANDES e PIZZO (2004).

Analisando os quadros acima foram obtidos os seguintes resultados segundo (SAUTCHUK et al., 2005)

- Alto teor de matéria orgânica, representado pela DBO, o que pode gerar sabor e odor;
 - Elevado teor de surfactantes, que pode ocasionar a formação de espumas e odor decorrente da decomposição dos mesmos;
 - Elevada concentração de nitrato, que pela sua toxicidade pode causar metahemoglobinemia infantil, uma doença letal;
 - Alto teor de fósforo, o que indica a presença de detergentes superfosfatados (compostos por moléculas orgânicas) e matéria fecal; e
 - Turbidez elevada, que comprova a presença de sólidos em suspensão.
- (SAUTCHUK et al., 2005)

Observa-se então a importância de se obter o tratamento correto para então reutilizar a água cinza, para que isso ocorra de maneira segura, não deixando de ser higiênico, e que não traga problemas futuros de saúde. Segundo (Gonçalves et al., 2006), a reutilização de águas cinza contribui para o aumento da economia de água e também de energia na residência ou qualquer outro estabelecimento em que se faça o uso desta prática, assim como diminuir o fluxo dos esgotos urbanos já que a produção desse efluente será em quantidade menor devido ao reaproveitamento de grande parte do mesmo.

Para esclarecer, as características físicas das águas cinza estão relacionadas com a cor, temperatura, turbidez e também conteúdo de sólidos suspensos, que são por sua vez, partículas de alimento da pia da cozinha, cabelo e fibras expostos na lavanderia e banheiro, apesar de que a quantidade de sólidos encontrados nesse tipo de efluente seja consideravelmente pequena. As características químicas são divididas de acordo com o tipo de composto que podem ser orgânicos, nitrogenado e fosforado, compostos de enxofre, e outros que são produzidos através do uso de sabão, shampoo, detergentes, perfumes, ou seja, produtos de limpeza e de higiene pessoal. Existem também diferentes tipos de microrganismos que podem aparecer já que a água utilizada para reuso foi utilizada antes para atividades pessoais. (BAZZARELLA, 2005)

A água cinza tratada pode ser utilizada em várias situações, as mais comuns são na descarga sanitária, lavagem de pisos e irrigação de jardins particular ou público, além dessas pode também ser utilizada em atividades como lavagem de vidros e automóveis, piscinas, no combate a incêndio, não ficando de fora sua utilização em tarefas agrícolas e indústrias. (Gonçalves, 2006) Vale ressaltar que no caso da sua utilização para irrigação, o tratamento deve ser elevado, mais adiante será possível conhecer os diferentes tipos de tratamento, pois dependendo dos compostos químicos encontrados como, por exemplo, surfactantes e fosfatos, o

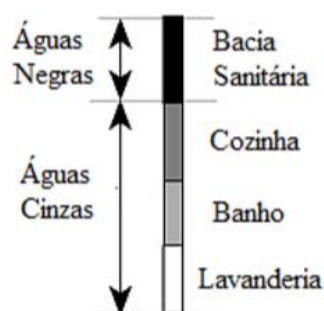
solo onde foi recebida a irrigação pode sofrer alterações negativas, que de acordo com Gonçalves et al. (2006) são:

- a) Alterações na estrutura do solo como, por exemplo, reduzir os espaços vazios entre as partículas sólidas, diminuindo a capacidade de drenagem do mesmo.
- b) Modificação do pH do solo, inviabilizando determinadas culturas específicas e mais sensíveis.
- c) Lixiviação de compostos potencialmente poluidores de corpos de água superficiais e subterrâneos.
- d) Salinização dos solos com baixa drenabilidade. (Gonçalves et al., 2006)

As características quantitativas da água cinza dependem do consumo de água em uma residência, se o consumo é grande, conseqüentemente produzirá mais água cinza que poderá ser reaproveitada, o consumo varia que acordo com a região e costumes do lugar, como foi dito anteriormente. É importante saber ao certo qual o volume gerado de água cinza e também conhecer o volume utilizado na atividade de descarga sanitária para então ter a certeza que a água produzida para este fim será suficiente, outro fator a se observar é se a produção de água cinza ocorre em um período de tempo que seja o necessário para abastecer a descarga sanitária, por exemplo, no período da noite e madrugada, a geração de água cinza é baixa, por isso para que não ocorra a falta da oferta nesse período de tempo, é recomendado o uso de reservatórios para sempre haver o estoque do efluente. (BAZZARELLA, 2005)

Segundo RAMPELOTTO (2014) a água cinza apresenta como características qualitativas, uma pequena quantidade de matéria orgânica e bactérias patogênicas devido ao meio de qual é extraída, ou seja, de chuveiros, lavatórios, máquina de lavar, como foi esclarecido anteriormente, de acordo com as substâncias presentes na água cinza, o tratamento deverá ser mais, ou menos eficiente, para se estabelecer o reuso, a água cinza deve ser separada das águas negras, através de um sistema hidráulico modificado para tal fim.

Figura 4 - Parcelas de contribuição de águas cinza e de águas negras



Fonte: RAMPELOTTO, 2014

A Figura 4 acima mostra as parcelas de contribuição de águas negras, que são as bacias sanitárias, e de águas cinza que por sua vez são os efluentes gerados na cozinha, banho, e lavanderia.

Vale ressaltar que em edifícios comerciais a produção de água cinza será menor que em edifícios residenciais, pois nos comércios a fonte mais usada para obtenção da mesma são os lavatórios, diferentemente das residências onde o uso do chuveiro e máquina de lavar roupas produz grande quantidade de água cinza para o reuso. Por isso a importância de estudar cada caso, conhecer os pros e contras, e saber como agir de acordo com cada situação, por exemplo, pode-se considerar a captação de água pluvial em edifícios comerciais para gerar o aumento da produção de águas para reuso.

2.5 TIPOS DE REÚSOS

Antes de falar do reuso específico de águas cinza, vale ressaltar que existe diferentes tipos, a Organização Mundial de Saúde (OMS) em 1973, classificou os seguintes tipos de reusos:

Reuso indireto: Quando a água já utilizada é descartada diretamente nas águas superficiais ou subterrâneas e usada novamente após se misturarem.

Reuso direto: É o uso planejado da água já utilizada, porém tratada devidamente garantindo sua qualidade, para fins como irrigação, uso industrial, recarga de aquífero e água potável.

Reciclagem interna: Reuso da água ligada internamente às instalações industriais, para gerar economia de água e controle da poluição.

Reuso potável direto: Quando o esgoto recuperado pode ser usado para fins potáveis após passar por um tratamento avançado, porém é praticamente inviável devido seu alto custo, e risco sanitário.

Reuso potável indireto: Quando o esgoto é tratado e colocado juntamente com as águas superficiais ou subterrâneas onde é diluído e purificado naturalmente, em sequência é captado novamente e tratado para o uso potável.

Também segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), o reuso não potável pode ser dividido em várias categorias, são eles: Para fins agrícolas, industriais, recreacionais,

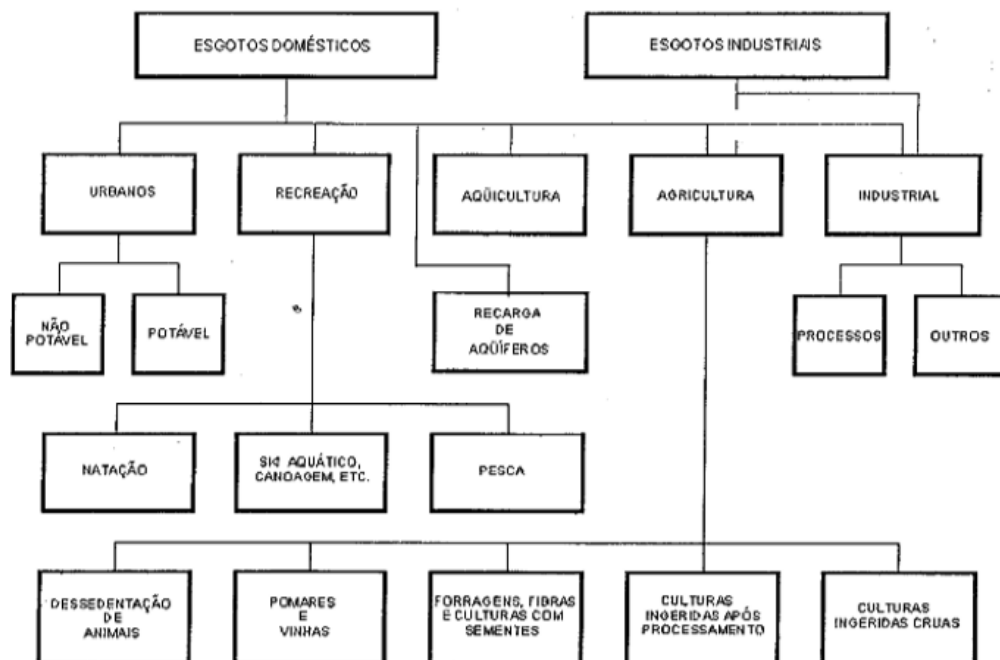
domésticos, manutenção de vazões, reuso em aquicultura ou aquíicultura, e recarga de aquíferos subterrâneos.

A cada dia o consumo de água aumenta significativamente, a sociedade precisa deste recurso para a realização de atividades essenciais a vida, além de ser indispensável para o crescimento econômico de uma cidade, estado ou país, com isso a água começa a se tornar escassa, então surgem idéias que buscam amenizar esta realidade, como o reaproveitamento de águas residuárias ou águas cinza, e também águas pluviais, para o uso não potável.

A prática do desperdício de água vem aos poucos diminuindo, a sociedade esta mais consciente, pensando no meio ambiente, e principalmente almejando recursos que promovam a economia em geral, assim muitas empresas e instituições estão pesquisando formas e projetos que buscam garantir a reutilização de água doce, e promover um uso mais sustentável e conseqüentemente mais econômico desde recurso, que é essencial a vida e ao crescimento social e econômico de forma geral. (PAIS; REBÊLO, 2011)

A Figura 5 abaixo representará de forma simplificada as formas potenciais de reuso de água.

Figura 5 - Formas potenciais de reuso de água



Fonte: Hespanhol (2002)

A água cinza pode ser reutilizada em atividades que não englobam o uso potável, ou seja, lavagem de pisos e calçadas, vidros e automóveis, na descarga sanitária, irrigação de

jardins e outros, como já foi mostrado anteriormente, no entanto para que ela possa ter este fim, deve seguir os padrões de qualidade obrigatórios que serão mostrados mais a frente através das leis vigentes para este uso, ou seja, garantir a segurança de quem irá fazer a utilização da mesma, e proporcionar a preservação ambiental.

É importante que o aspecto da água seja agradável, apresentando baixo índice de turbidez, não possuir odor e a cor reduzida, para isto é necessário o tratamento correto garantindo a qualidade da água, de acordo com o tipo do tratamento, a água não terá a mesma qualidade daquela fornecida pelas estações de distribuição, mas para o fim que se deseja utilizá-la com certeza é o suficiente, o principal objetivo do reaproveitamento é garantir a proteção à saúde e ao meio ambiente. (Gonçalves et al., 2006).

A Figura 6 abaixo mostrará o sistema de reuso, as fases até chegar ao objetivo final que é a reutilização da água captada, onde inicialmente será feita a coleta da água cinza, através do sistema predial de coleta do edifício, que por sua vez será projetado para que a captação seja somente da água específica para este fim, ou seja, um sistema diferente daquele usado para a captação das águas negras, após isso a água cinza será encaminhada para o sistema de tratamento, onde será analisada a melhor forma para tal processo, sendo então armazenada no reservatório após tratada corretamente, assim poderá ser utilizada para o fim específico após passar pelo sistema de distribuição de água para reuso do edifício, e só após utilizada será lançada na rede pública de esgoto.

Figure 6 - Sistema de reuso de água cinza



Fonte: BRASIL et al. (2005, p.74)

Antes do reuso varias circunstâncias devem ser analisadas, existem ocasiões em que mesmo estando dentro das atividades propostas para que o reuso seja feito, há exceções, de acordo com NSWHEALTH (2002) apud Gonçalves et al. (2006) estas recomendações não podem deixar de serem atendidas:

- Qualquer ser humano ou animal não pode ter o contato direto com a água cinza.
- Para o reuso da água cinza na descarga sanitária deve ser feito anteriormente um tratamento que desinfete a água.
- A irrigação de produtos agrícolas do qual seja ingerido cru, não pode ser feita com a água cinza de reuso.
- As instalações de água potável devem ser diferentes das que conduzem as águas de reuso, para não ocorrer contaminação.
- Não armazenar a água cinza sem antes efetuar o devido tratamento.
- Identificar corretamente as redes de água potável e de água para reuso.

Obedecendo estas recomendações pode então garantir que o projeto terá êxito, porém existem algumas circunstâncias em que diferenciam a qualidade da água que será usada para reuso, de acordo com Sperling (2005) apud (PAIS; REBÊLO, 2011), a qualidade da água cinza de uma residência pode variar de acordo com os costumes do local e modo de vida, assim como alguns fatores que serão descritos abaixo:

- Clima da região;
 - Renda familiar;
 - Número de habitantes da residência;
 - Características culturais da comunidade;
 - Desperdício domiciliar;
 - Valor da tarifa de água;
 - Estrutura de forma de gerenciamento do sistema de abastecimento.
- (SPERLING, 2005 apud PAIS; REBÊLO, 2011)

A prática do reuso é uma atitude importante para manter o equilíbrio dos recursos hídricos, o despejo de esgoto doméstico diretamente nos rios e lagos, o que acontece em muitos locais, prejudicam os mananciais que se tornam insuficientes para cumprir toda a demanda de abastecimento impostos a eles, dentro de um determinado ambiente, quanto mais esgotos produzidos mais concentração nos corpos d'água será gerada, onde muitas vezes se tornam incapazes de contê-los, afetando diretamente na qualidade dos reservatórios naturais.

Assim a procura por água de qualidade se torna cada vez maior, e devido ao mau uso deste recurso, muitas vezes a demanda se torna superior à oferta, com isso é importante que as instituições, empresas e indústrias, juntamente com o governo trabalhem para a criação de projetos com iniciativas renováveis, promover o reuso de água é uma idéia que tende a crescer

assim como a procura por ela aumenta, podendo assim diminuir a escassez, contribuindo com o meio ambiente, promovendo o bem estar da sociedade e gerando mais economia.

2.6 TRATAMENTO DAS ÁGUAS CINZA

Segundo Christova-Boal et al. (1996) apud RAMPELOTTO, (2014) o tratamento da água cinza antes do uso em potencial da mesma é muito importante, assim será possível manter a higiene do local onde a mesma será usada, por exemplo, na descarga sanitária mesmo que esta atividade não seja para fins potáveis, é indispensável obter a água limpa para evitar transtornos futuros, como manchas indesejadas na bacia sanitária após longo tempo de uso, e evitar o mau cheiro no banheiro em que esta atividade será realizada.

O tratamento de águas cinza possui as mesmas características dos tratamentos realizados nas estações comuns de tratamento de esgoto, porém em um local menor e com menos volume de água, o objetivo do tratamento é remover os sólidos presentes na água captada como areia, óleos, entre outros, também deve remover toda matéria orgânica contida na mesma, além dos patogênicos, fósforos e nutrientes em geral. (Telles e Costa, 2010 apud RAMPELOTTO, 2014)

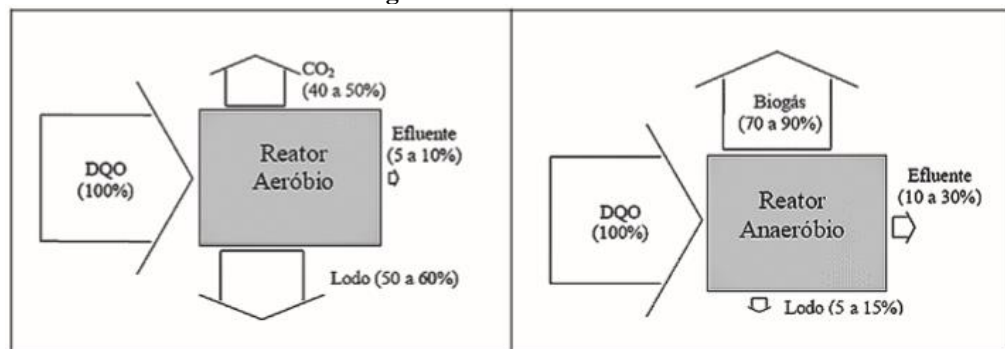
O tratamento é dividido em três tipos, são eles:

- **Tratamento Primário** - Este tratamento é específico para o processo da retirada de materiais sólidos que permaneceram na água após sua captação, como fios de cabelo, farpas de tecidos, areia, restos de alimentos ou qualquer outro tipo de material mais grosseiro que por ventura for encontrado, a retirada destes sólidos é feita através peneiras ou grades finas. Segundo Christova-Boal et al. (1996) apud Gonçalves (2006) esta etapa pode ser dividida em três fases:
 - a. Estágio 1- Pré-filtro encontrado em máquinas de lavar, lavatórios e chuveiros, usados para remover os materiais mais grosseiros.
 - b. Estágio 2- Peneira usada para a remoção de substâncias menores como cabelo, fragmento de sabão, óleos e farpas de tecidos.
 - c. Estágio 3- Filtro fino localizado na linha de fornecimento de água para os vasos sanitários ou para irrigação, para captar material sedimentado. (CHRISTOVA-BOAL et al., 1996 apud GONÇALVES, 2006)
- **Tratamento Secundário** - Realiza a degradação biológica dos compostos carbonáceos, transformando as proteínas, carboidratos e óleos a outros

compostos mais simples como, CO_2 , H_2O , NH_3 , H_2S , entre outros, pode ser realizado anaerobicamente, aerobicamente ou pela junção das duas, ou seja, de forma anaeróbica + aeróbica, segundo Campos (1999) apud Gonçalves (2006)

No sistema anaeróbico parte da matéria orgânica biodegradável se transforma em biogás, aproximadamente 70% a 90%, cerca de 5% a 15% é transformado em lodo excedente (biomassa microbiana), o efluente do sistema permanece então com 10% a 30% da matéria orgânica presente antes do tratamento. No sistema aeróbico uma média de 40% a 50% da matéria orgânica se transforma em CO_2 , 50% a 60% por sua vez é convertida em biomassa microbiana produzindo lodo excedente, 5% a 10% sai do sistema como material não degradado. A Figura 7 mostrará ilustradamente o esquema explicado acima.

Figura 7 - Conversão biológica da matéria orgânica nos sistemas anaeróbicos e aeróbicos de tratamento de esgoto sanitário



Fonte: Chernicharo, 2001

Os processos anaeróbicos mais utilizados são tanques sépticos, tanques sépticos seguidos de filtro anaeróbico e os tanques Imhoff. Já os processos aeróbicos mais comuns são valas de filtração, infiltração rápida, irrigação subsuperficial e escoamento superficial, para tratamento no solo. Lagoas de estabilização facultativas, de polimento e de alta taxa de produção de algas, para tratamento em lagoas. Filtro biológico percolador, e aerado submerso, biofiltro aerado submerso, leito fluidizado aeróbico, para tratamento em reatores com biofilme. Sistema de lodos ativados convencional, sistema de reatores sequenciais em batelada, para tratamento em reatores de lodos ativados. Microaeração e flotação, flotação por ar dissolvido, para tratamentos em sistemas de flotação.

Para que água tratada seja mais cristalina, não pode dispensado o tratamento o tratamento aeróbico, pois ele é responsável por retirar a turbidez da água, porém realizar um

tratamento que faz o uso dos dois processos é atrativo para o Brasil devido ao clima favorável encontrado no mesmo. (Gonçalves, 2006)

- **Tratamento Terciário** – Este tem a função de finalizar o tratamento, a remoção dos nutrientes e patogenias é a principal característica desta etapa, porém neste tratamento também ocorre a remoção de compostos não-biodegradáveis, sólidos inorgânicos dissolvidos e poluentes. Ainda é realizada a remoção de nitrogênio (procedimento que necessita de uma grande quantidade de bactérias anóxicas); Remoção de fósforo (feita através da introdução de cloreto férrico ou sulfato de alumínio); E desinfecção (desativa de forma seletiva algumas espécies de organismos que são prejudiciais à saúde, o processo mais utilizado para tal fim é a cloração, porém ocorre a formação de subprodutos tóxicos. (RAMPELOTTO, 2014)

Existe ainda, segundo TELLES e COSTA (2010) apud RAMPELOTTO (2014), o tratamento prévio ou preliminar, que tem o objetivo de separar os materiais sólidos considerados ainda mais grosseiros como detritos minerais, materiais carreados e óleos em geral, com o auxílio de grades, caixa de areia ou de gordura, tanque de equalização de vazões.

De acordo com NEAL (1996) apud Gonçalves et al. (2006), uma estação de tratamento de águas cinza deve obter a seguinte configuração:

- Filtro para retenção complementar de sólidos, com meio filtrante feito com um material não reutilizável e biodegradável, para servir de substrato em compostagem local.
- Tanque de aeração principal, com dimensões que possa tratar da água cinza armazenada com pelo menos uma semana.
- Tanque de estocagem preferencialmente aerado, com dimensões que possa armazenar água cinza de quatro semanas.
- Unidade de desinfecção, se os usuários mantiverem contato direto com a água. (NEAL, 1996 apud GONÇALVES et al., 2006)

As Tabelas 5, 6 e 7, apresentam exemplos de estações de tratamento de águas cinza em diferentes países.

Tabela 5: Exemplos de estações de tratamento de águas cinza

Local	Nível de tratamento			Qualidade do efluente	Referência
	Uso	Primário	Secundário		
Austrália	Grade grooveira com filtro	Lodos ativados (tanque de aeração + clarificador)	Desinfecção com cloro		Neal (1996)
Suécia	Filtro com pedras	Sistema de 3 lagoas em série + filtro de areia	Desinfecção nas lagoas	DBO5 = 0 N = 1,618; P = 0,02 Cter = 172	Günther (2000)
Alemanha	Decantação	Biodisco / 4 estágios	UV - 250±400 J.m2	DBO5 = 5 SF = 0,03	Nolde (1999)
	Decantação	Leito fluidizado	UV - 250±400 J.m2	DBO5 = 5 SF = 0,03	Nolde (1999)

Fonte: Gonçalves (2006)

Tabela 6: Exemplos de estações de tratamento de águas cinza

Local	Nível de tratamento			Qualidade do efluente	Referência
	Uso	Primário	Secundário		
		Filtração simples ou dupla		Cloração DBO>50 = 0 Cter	Jefferson et al. (1999)
	Grade + filtro duplo/areia	Membrana		DBO5 = 4,7 35,7; DQO = Turb = 0,34 Cter = 0	Jefferson et al. (1999)
Inglaterra	Grade			DBO5 < 19 112 DQO = Turb < 1 Cter = ND	Jefferson et al. (1999)
	Grade	Lodo ativado com membrana (MBR)		DBO5 = 1,1 9,6 DQO = Turb = 3,2 Cter = ND	Jefferson et al. (1999)
	Grade	Biofiltro aerado submersos		DBO5 = 4,3 15,1 DQO = Turb = 3,2 Cter = 2x10 ⁴	Jefferson et al. (1999)

Fonte: Gonçalves (2006)

Tabela 7: Exemplos de estações de tratamento de águas cinza

Local	Uso	Nível de tratamento			Qualidade do efluente	Referência
		Primário	Secundário	Terciário		
Brasil / Predial	Peneira		Reator anaeróbico compartimentado + filtro biológico aerado submerso + filtro de areia	Cloração com pastilhas de hipoclorito de sódio	SS = 1 DBO5 = 5 Turb = 2 Cter = 0	Bazzarella e Gonçalves (2005)
Brasil / Residencial	Grade fina		Filtro aeróbico com leito de brita	Cloração com pastilhas de hipoclorito de sódio	SS = 9 DBO5 = 6 Turb = 14	Peters (2006)

Fonte: Gonçalves (2006)

2.6.1 Estocagem

A água cinza pode ser estaca antes do tratamento ou somente após o tratamento, isso depende de como foi elaborado o projeto, porém segundo Dixon et al. (1999) apud BAZZARELLA (2005), estocar a água cinza antes do tratamento tras como vantagem o fato de que alguns sólidos podem ficar retidos no local e ja serem descartados antes do tratamento, porém sua desvantagem é o risco de gerar mal odor e surgimento de microrganismos, afetando sua qualidade dependendo da quantidade de dias que esta água permanecerá estocada antes de ser tratada.

Uma proposta hipotética feita por Dixon et al. (1999) apud BAZZARELLA (2005) revela quatro processos que podem contribuir com essas mudanças:

- Sedimentação de partículas suspensas e Depleção do oxigênio dissolvido – Ocorrem, pois a biomassa aeróbia aumenta, nas primeiras horas de estocagem são dominantes.
- Reaeração do oxigênio dissolvido na superfície da água – ocorre de acordo com a variação de temperatura.
- Liberação da DQO solúvel por efeito da degradação anaeróbia do material sedimentado, pois após alguns dias de estocagem foi observado o aumento da DQO e do mau cheiro, isso confirma a anaerobiose. (DIXON et al., 1999 apud BAZZARELLA, 2005)

2.7 LEGISLAÇÃO E NORMAS PARA REÚSO

Normas e leis são de suma importância em qualquer área, não é diferente quando se fala em reuso de água, seja ela água cinza ou pluvial, seguir certas diretrizes faz com que o objetivo final de um projeto seja cumprido, além de preservar os direitos e não colocar em

risco a saúde do indivíduo que faz uso de tais projetos. Para isso é necessário conhecer a legislação e normas específicas para o reuso (PAIS; REBÊLO, 2011) . Assim, separou-se algumas leis e resoluções que tratam de questões direcionadas ao uso correto de recursos hídricos, que serão apresentadas abaixo:

- A lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997, no Brasil, institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, através dos seus vários artigos que apresentam os objetivos propostos e revelam como atingi-los.

- Lei nº 11.445 de 5 de janeiro de 2007, no Brasil, estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, onde considera saneamento básico como um prestador de serviços a sociedade como: Abastecimento de água potável, tratamento de esgoto sanitário, limpeza urbana e drenagem e manejo de águas pluviais urbanas.

- Lei nº 4.458 de 21 de novembro de 1996 (Câmara Municipal de Maceió, 1994) Institui o Código Municipal de Meio Ambiente e dispõe sobre a administração do uso dos recursos ambientais, da proteção da qualidade do meio ambiente, do controle das fontes poluidoras da ordenação do uso do solo do território do município de Maceió, de forma a garantir o desenvolvimento sustentável.

- Lei nº 5.965 de 10 de novembro de 1997, publicada no diário oficial do estado de Alagoas de 11 de novembro de 1997, dispõe sobre a política estadual de recursos hídricos. Institui o sistema estadual de gerenciamento integrado de recursos hídricos e dá outras providências. Contêm questões mais voltadas ao Estado de Alagoas.

- Decreto de 22 de março de 2005, Brasil, Institui a Década Brasileira da Água, iniciada em 22 de março de 2005. Considerando que o Brasil possui uma grande reserva de água doce, busca promover o uso sustentável dos recursos hídricos, por ser membro nas Nações Unidas.

- Resolução nº 54, de 28 de novembro de 2005, Brasil. Estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reuso direto não potável de água, e dá outras providências. É a primeira a se tratar do reuso no Brasil, ela estimula esta prática em todo o território nacional.

- Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

- NBR 13.969 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997). Tanques sépticos –Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes

líquidos – Projeto, construção e operação. Esta norma foi criada para o cidadão que possui tanque séptico em sua residência como unidade preliminar, oferece alternativas para realizar o tratamento complementar e descarte correto do efluente.

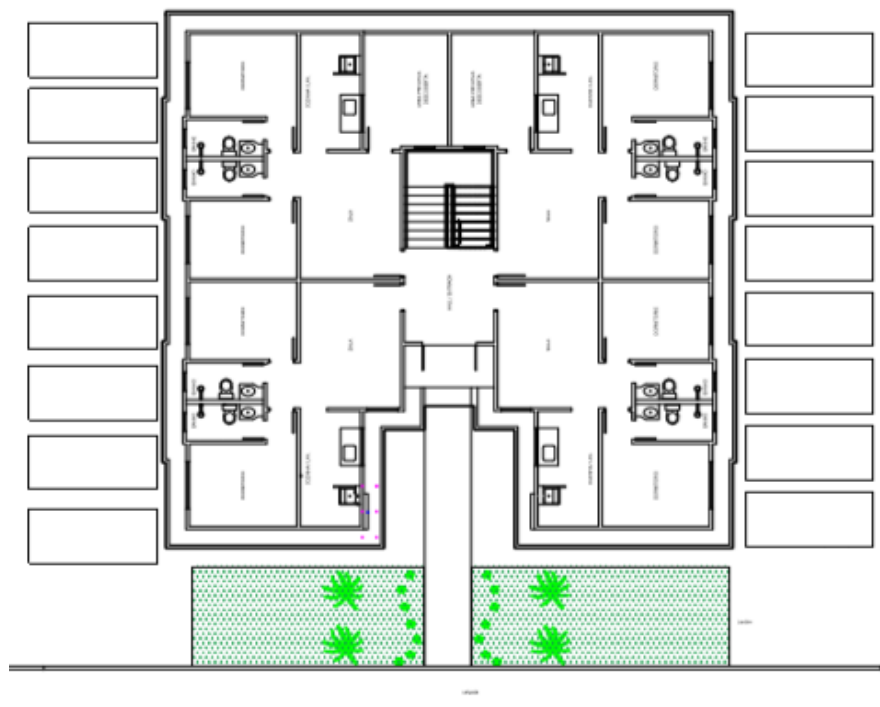
3 ESTUDO DE CASO

Para a realização deste projeto, o primeiro passo será a definição de um projeto arquitetônico, sendo este um edifício residencial de médio padrão, com quatro pavimentos e capacidade para uma família composta por quatro pessoas em cada apartamento, sendo assim podendo comportar em todo o edifício, sessenta e quatro pessoas. Esta escolha foi tomada no intuito de obedecer à característica das construções existentes na cidade escolhida para a construção do edifício.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA EDIFICAÇÃO

O edifício escolhido para estudo consiste em prédio de quatro pavimentos localizado na cidade de Silvânia-GO, que será construído em alvenaria. O edifício possui quatro andares, quatro apartamentos por andar, compostos por dois dormitórios, dois banheiros, sala, cozinha com lavanderia, onde dois dos apartamentos possui uma área privativa descoberta. O edifício possui um total de 64 pessoas, considerando que se tenha 2 pessoas por quarto, a figura 8 a seguir ilustra o projeto arquitetônico da edificação, que está apresentado também no Apêndice A.

Figura 8 - Projeto arquitetônico



Fonte: A autora (2019)

3.2 ESTIMATIVA DO CONSUMO DE ÁGUA DA EDIFICAÇÃO

De acordo com a Engeplas (2010), a média de consumo per capita no Brasil, por pessoa em um dia é de 200 litros de água, considerando que esteja na zona urbana, sabendo disto é possível criar o Quadro 4, onde esta exposto a estimativa de consumo interno de água no edifício.

Quadro 4 - Estimativa de consumo interno mensal de água

Número de habitantes	64
Consumo per capita (L/hab/dia)	200
Consumo diário (L/dia)	12.800
Consumo interno mensal (L)	396.800

Fonte: A autora (2019)

Para a rega de jardins e áreas verdes pode-se considerar um consumo de água de 3 L/m²/dia, já para a lavagem de calçadas são 4 L/m²/dia, sendo estimado para estas atividades, 8 utilizações por mês. (PHILIPPI et.al., p. 126 apud SELLA, 2011, p.45) Desta forma foi possível obter os valores expostos no Quadro 5.

Quadro 5 - Estimativa de consumo externo mensal de água

Local	Área (m ²)	Consumo mensal (L)
Pisos	204,42	6.541,44
Jardins	96,27	2.310,48
	Total	8.851,92

Fonte: A autora (2019)

É possível agora com estes dados levantados, obter o valor do consumo total de água, somando os valores estimados do consumo interno e externo, chegando ao resultado de 405.651,92 litros ou 405,65 m³ por mês.

3.2.1 Estimativa da oferta de água cinza

Existem pesquisas realizadas com o intuito de descobrir a demanda de água em uma residência, pesquisas feitas no Brasil consideraram a distribuição de água em uma casa através de porcentagens, ao todo três pesquisas diferentes foram realizadas, onde por meio da

média destes resultados é possível conhecer os valores de água cinza estimados que uma residência pudesse produzir. Estes valores estão apresentados no Quadro 6 a seguir.

Quadro 6 - Oferta de água cinza do edifício

Consumo interno total (L/mês)	396.800					
Aparelho sanitário	Deca*	USP*	PNCDA*	Média	Consumo mensal (L/mês)	Consumo diário (L/dia)
Chuveiro	47%	28%	55%	43,33%	171.933,44	5.546,24
Lavatório	12%	6%	8%	8,67%	34.402,56	1.109,76
Máquina de lavar roupas	8%	9%	11%	9,33%	37.021,44	1.194,24
				Total	243.357,44	7.850,24

Fonte: A autora (2019)

O quadro 6 mostra claramente como o chuveiro é responsável por gerar o maior consumo em uma residência, ou seja, fornece a maior quantidade de água cinza dentre os outros aparelhos analisados, observando isso nota-se que somente com a quantidade de água de reúso gerada pelo chuveiro, é possível suprir a demanda necessária de água que as atividades externas como rega de jardins e lavagens de calçadas necessitam.

3.2.2 Estimativa do consumo de água de reúso

Para obter a estimativa de consumo de água de reúso, primeiramente é importante saber quais são as atividades dentro de uma residência que não necessitam usar uma água de maior qualidade, por exemplo, a descarga sanitária, lavagem de áreas externas como pisos e calçadas, e a irrigação de jardins, sabendo isso é preciso conhecer a demanda de água que cada uma destas atividades necessita.

O vaso sanitário tem uma demanda maior já que seu uso é realizado diariamente, diferente das atividades externas que são realizadas com menos frequência, considerando a lavagem de calçadas, por exemplo, como dito anteriormente é estimada 8 utilizações por mês, consequentemente demandam uma quantidade menor de água. A estimativa de água para reúso está apresentada no Quadro 7.

Quadro 7 - Estimativa de consumo de água de reúso no edifício

Tipo de uso	Consumo mensal (L/mês)
Pisos	6.541,44
Jardins	2.310,48
Bacia sanitária	39.680
Total	48.531,92

Fonte: A autora (2019)

Com o quadro 7 conclui-se que a estimativa de consumo de água de reuso no edifício é de 49 m³ por mês, aproximadamente.

Mesmo conhecendo a demanda mensal de água cinza, é importante conhecer também a demanda diária, para isto basta dividir o consumo mensal da bacia sanitária por 31 dias, visto que ela é utilizada diariamente, já o consumo gerado pelas atividades externas que são, lavagens de pisos e calçadas além da irrigação de jardins, pode-se dividir por 8 dias, quantidade estipulada que estas atividades serão realizados em um mês. O Quadro 8 a seguir mostra quais foram os resultados da demanda crítica mensal no edifício, quantidade de água demandada em um único dia.

Quadro 8 - Estimativa da demanda crítica mensal no edifício

Tipo de uso	Consumo crítico (L/dia)
Pisos	817,68
Jardins	288,81
Bacia sanitária	1.280
Total	2.386,49

Fonte: A autora (2019)

Com o quadro 8 é possível observar que, a oferta de água cinza produzida por dia no edifício é suficiente para abastecer o consumo das bacias sanitárias e usos externos, como mostrado no quadro 6, a oferta de água cinza em um dia é de 7850,24 litros, um valor bem maior que a demanda crítica mensal de 2.386,49 L/dia, sendo assim um problema entre oferta e demanda pode ser descartado.

3.2.3 Estimativa da economia de água

Com um sistema de reúso é possível obter certa economia de água, para conhecer este valor basta avaliar os dados encontrado no quadro 7, onde se tem o valor estimado do consumo de água de reuso no edifício, e o quadro 8 que mostra o consumo crítico no edifício, desta forma o Quadro 9 pode ser construído, apresentado os valores do consumo de água com e sem o sistema de reúso.

Quadro 9 - Estimativa da economia de água no edifício

Tipo de instalação	Consumo de água da concessionária (m³/mês)
Sem sistema de reúso	405,65
Com sistema de reúso	73,98
Economia	331,67

Fonte: A autora (2019)

Através do quadro 9 pode-se observar que, a economia de água mensal no edifício é de 332 m³ aproximadamente, da mesma forma gerando uma economia de 82% aproximadamente do consumo sem o sistema de reuso.

4 PROJETO DO SISTEMA DE REÚSO

Antes de se iniciar o projeto do sistema de reuso, é importante levar em conta algumas recomendações que segundo BRASIL et al. (2005, p. 73-74) são:

- Identificar os pontos de coleta e uso das águas cinza;
- Conhecer as vazões disponíveis;
- Dimensionar o sistema de coleta e distribuição das águas cinza;
- Conhecer quais serão os pontos de uso da água cinza tratada; e,
- Garantir a qualidade da água cinza por meio de um sistema de tratamento adequado.

Após conhecer quais atividades serão feitas com água de reuso, deve-se separar os efluentes que receberam água do saneamento básico normal, dos efluentes que receberam a água de reuso, através de um sistema hidráulico específico para tal finalidade, além disso, a água cinza deve ser encaminhada separadamente das águas negras, para um reservatório específico onde será tratada e distribuída para serem utilizadas. Sabendo disso é necessário criar um projeto para o sistema de águas cinza, ou seja, criar um sistema de coleta, para a captação correta da água cinza, um sistema de tratamento e um sistema de distribuição.

4.1 PROJETO DO SISTEMA DE COLETA DAS ÁGUAS CINZA

Para realizar um projeto de coleta de águas cinza, é importantes conhecer algumas características dos aparelhos que contribuem para captação deste efluente, ou seja, deve-se conhecer o Número de Unidades Hunter de Contribuição dos aparelhos, além do diâmetro nominal dos ramais de descarga, estes valores estão apresentados no Quadro 10 abaixo, e foram encontrados na NBR 8.160 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1999).

Quadro 10 - Dimensionamento dos ramais de descarga

Aparelho	Número de UHC	Diâmetro Nominal do ramal de descarga (mm)
Chuveiro de residência	2	40
Lavatório de residência	1	40
Máquina de roupas	3	50

Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1999)

Após conhecer as contribuições dos aparelhos destinados à coleta, é importante dimensionar as caixas sifonadas de cada cômodo analisado acima, os números de UHC que chega a cada uma destas caixas, o diâmetro da caixa e o diâmetro de saída, estão representados no Quadro 11 a seguir.

Quadro 11 - Dimensionamento das caixas sifonadas

Caixa sifonada	Número de UHC	Diâmetro da caixa (mm)	Diâmetro de saída (mm)
Banheiro	3	100	50
Área de serviço	3	100	50

Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1999)

O próximo passo é dimensionar os ramais de esgoto, cujos saem das caixas sifonadas, neste dimensionamento, o diâmetro de todos os ramais de esgoto foi de 50 mm, como é especificado, posto que o valor 6 UHC não foi ultrapassado em nenhum caso, além disso a inclinação utilizada foi de 2%, valor recomendado para um diâmetro de 50 mm.

Neste próximo passo para o dimensionamento do sistema de coleta de águas cinza, é necessário conhecer o diâmetro dos tubos de queda, são eles TQAC1(Tubo que queda de água cinza), TQAC2, TQAC3, TQAC4, TQAC5, TQAC6, TQAC7 e TQAC8 assim como o número de UHC que chega em cada um. No Quadro 12 estão dispostas todas estas informações.

Quadro 12 - Dimensionamento dos tubos de queda

TQAC	Apartamentos contribuintes	UHC/ Apartamento	UHC Total	Diâmetro nominal (mm)
TQAC1	4	6	24	50
TQAC2	4	6	24	50
TQAC3	4	6	24	50
TQAC4	4	6	24	50
TQAC5	4	3	12	50
TQAC6	4	3	12	50
TQAC7	4	3	12	50
TQAC8	4	3	12	50

Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1999)

Como o número de UHC total não ultrapassa o valor máximo de 24, como é recomendado na Norma, o diâmetro dos tubos de queda são 50 mm.

Após a chegada dos TQAC no térreo, é necessário aumentar o diâmetro de 50 mm para 100 mm, para que assim seja possível a ligação destes com as caixas de inspeção, e para evitar a formação de espumas recomenda-se o uso de curvas longas de 90°.

Para o dimensionamento de coletores e subcoletores em prédios residenciais, é recomendado por norma que a soma dos números de UHC, seja feito apenas com os pares de maior descarga (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1999, p.17), desta forma considera-se então a contribuição somente dos chuveiros e máquinas de lavar. Sabendo disto foi construído o Quadro 13.

Quadro 13 - Dimensionamento dos coletores de água cinza

Coletor	Número de UHC	Diâmetro nominal (mm)	Inclinação (%)
CAC1	16	100	1
CAC2	16	100	1
CAC3	16	100	1
CAC4	16	100	1
CAC5	12	100	1
CAC6	12	100	1
CAC7	12	100	1
CAC8	12	100	1

Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1999)

É importante que o dimensionamento da ventilação do sistema de esgoto esteja dentro das recomendações presentes na norma NBR 8.160.

Na edificação os ramais de esgoto terão um diâmetro adotado de 100 mm, pois o número máximo de UHC ultrapassa o valor de 20, não podendo desta forma, utilizar o diâmetro de 75 mm. Assim a conexão entre o tubo de ventilação e os ramais de esgoto necessita do uso de tê e uma ampliação de 50 mm para 100 mm. Como o Número máximo de UHC dos ramais de esgoto não ultrapassou o valor de 43, o diâmetro escolhido para o tubo de ventilação foi de 50 mm como recomendado pela NBR 8.160.

4.2 PROJETO DE DISTRIBUIÇÃO DA ÁGUA CINZA TRATADA

Para se inicializar o projeto de distribuição das águas tratadas, é necessário conhecer quais serão os pontos de distribuição, nesta edificação estes pontos serão jardins, bacias sanitárias e lavanderias.

Sabendo disso, no jardim terão duas torneiras nomeadas TJ1 (Torneira jardim) e TJ2, por questão de identificação, cada torneira instaladas à 50 cm do piso gramado, nos banheiros cada bacia sanitária receberá uma torneira, nomeadas BS1 a BS32 (Bacia sanitária), instaladas à 30 cm do piso, em cada lavanderia terá uma torneira nomeadas de TL1 a TL16 (Torneira lavanderia), instaladas à 50 cm do piso, serão usadas exclusivamente para a lavagem de pisos.

Para o dimensionamento das tubulações de água cinza, é necessário seguir as recomendações presentes na NBR 5626.

É importante identificar todos os trechos que serão abastecidos com a água cinza, para isso foram utilizadas letras para diferenciar cada um. Conhecendo as distâncias e comprimento que as tubulações deveriam ter foi construída a planilha para o cálculo e dimensionamento das tubulações de água cinza.

Inicialmente é preciso atribuir um peso para as torneiras e bacias sanitárias, que respectivamente foram 0,4 e 0,3. E a equação para a estimativa de vazões será apresentada logo abaixo (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998, p.28).

$$Q = 0,3\sqrt{\sum P} \quad (1)$$

Onde:

Q = A vazão estimada na seção, em litros por segundo;

$\sum P$ = Somatório dos pesos que a seção alimenta.

A equação a seguir foi utilizada para a realização do cálculo da perda de carga unitária na tubulação (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998, p.28).

$$J = 8,69 \times 10^6 \times Q^{1,75} \times d^{-4,75} \quad (2)$$

Onde:

J = Perda de carga unitária, em quilopascals por metro;

Q = Vazão da seção, em litros por segundo;

d = Diâmetro interno do tubo, em milímetros.

O Quadro 14 abaixo mostra os valores de comprimento equivalente para peças e conexões da tubulação que irá transportar água cinza.

Quadro 14 - Comprimento equivalente de conexões

Diâmetro	Joelho 90°	Joelho 45°	Tê 90° passagem direta	Tê 90° saída de lado	Tê 90° saída bilateral	Registro gaveta aberto
DN 20 (mm)	1,2	0,5	0,8	2,4	2,4	0,2
DN 25 (mm)	1,5	0,7	0,9	3,1	3,1	0,3
DN 32 (mm)	2	1	1,5	4,6	4,6	0,4

(Adaptado de ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS¹⁸, 1982 apud MACINTYRE, 1986, p. 33 apud SELLA, 2011, p. 54)

Para o sistema de distribuição da água cinza tratada a tubulação terá um diâmetro de 32 mm até a chegada no 4° pavimento, a partir dele o diâmetro de 25 mm já é suficiente para encaminhar a água cinza tratada para as bacias sanitárias, torneiras das lavanderias e torneiras dos jardins. A planilha utilizada para o cálculo da obtenção dos diâmetros das tubulações de distribuição da água cinza tratada está representada no quadro 15 a seguir.

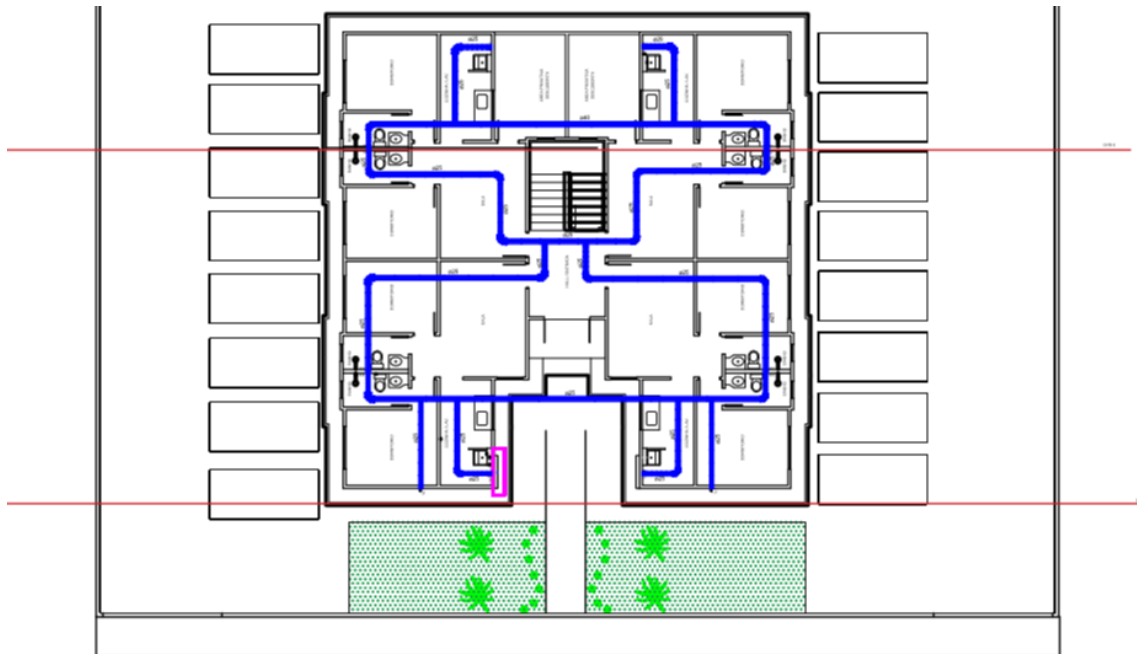
Quadro 15 – Planilha de cálculo para obtenção dos diâmetros das tubulações de distribuição da água cinza tratada

Planilha de cálculos para obtenção do diâmetro das tubulações de distribuição de água cinza tratada						
PESOS						
Coluna	Trecho	Unitário	Acumulado	Vazão	Diâmetro	Velocidade
(a)	(b)	(C)	(d)	(e)	(f)	(g)
				l/s	mm	m/s
	A' H	-	1,5	0,37	32	0,47
	HB	-	1,5	0,37	32	0,47
	BC	-	1,2	0,33	32	0,42
A1	CD	0,3	1,2	0,33	25	0,68
	DE	0,3	0,9	0,29	25	0,6
	EF	0,3	0,6	0,24	25	0,49
	FG	0,3	0,3	0,17	25	0,4
	AB	-	8,0	0,85	32	1,06
	BH	-	8	0,85	32	1,06
	HI	-	6,4	0,76	32	0,95
A2	IJ	1,6	6,4	0,76	25	1,6
	JK	1,6	4,8	0,7	25	1,35
	KL	1,6	3,2	0,54	25	1,11
	LM	1,6	1,6	0,38	25	0,78

Fonte: A autora (2019)

A figura 9 a seguir ilustra o sistema de distribuição de água cinza tratada no edifício, que também está disposto no Apêndice B deste trabalho.

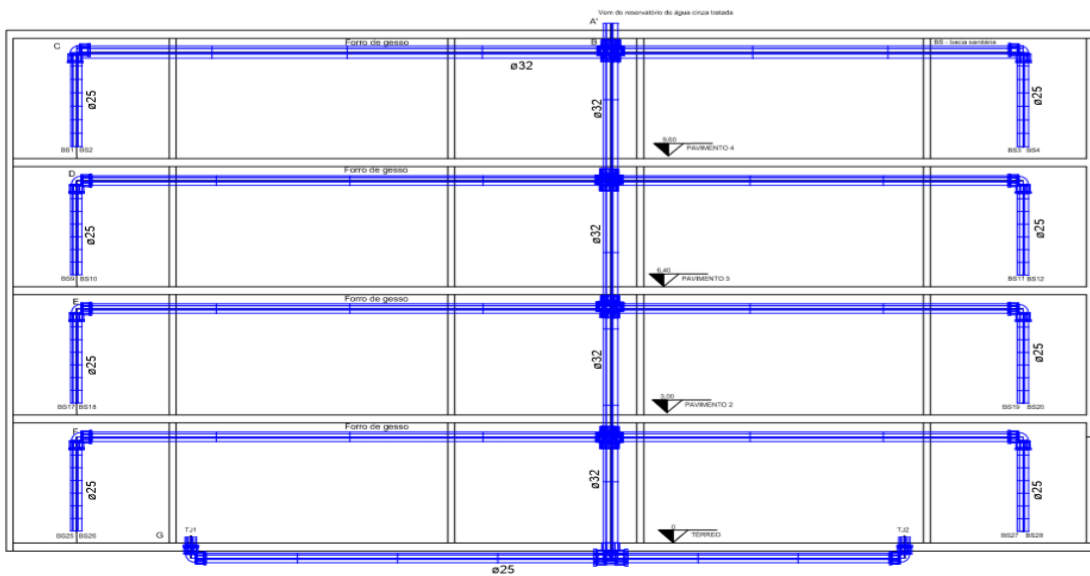
Figura 9 - Distribuição de água cinza tratada



Fonte: A autora (2019)

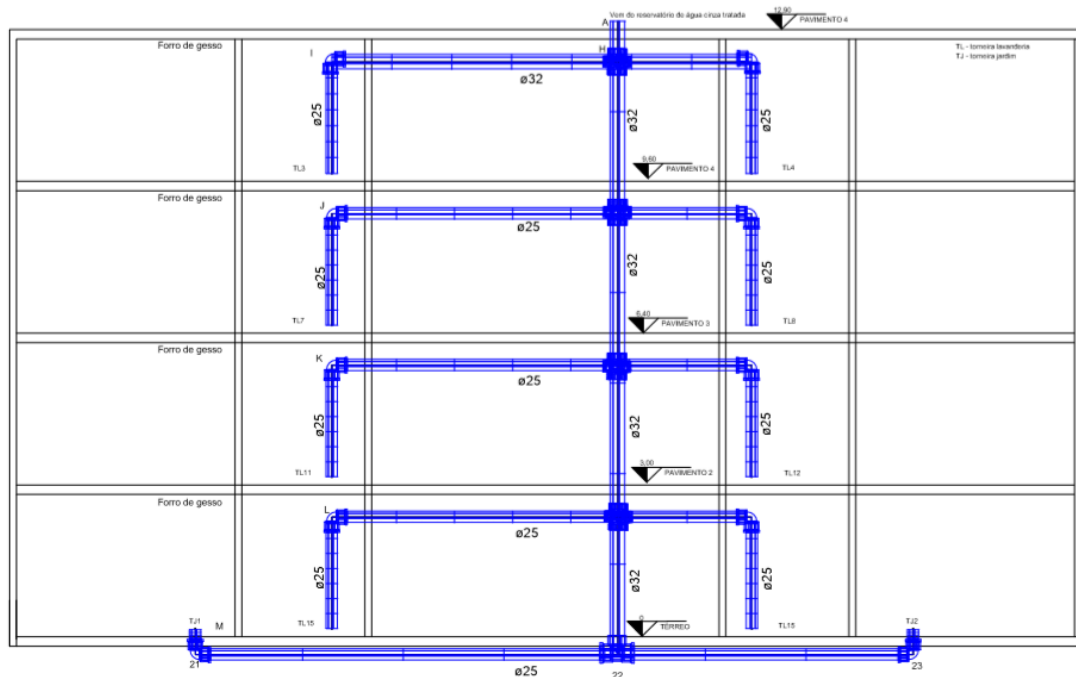
As figuras 10 e 11 abaixo representam o sistema vertical de distribuição das águas cinza tratadas nas bacias sanitárias, torneiras do jardim e torneiras da lavanderia, respectivamente do edifício. A primeira vista presente na figura 10, no qual representa a distribuição nas bacias sanitárias, foi obtida através do corte a, ilustrado na figura 9 acima, a segunda vista presente na figura 11, que representa a distribuição nas torneiras da lavanderia, foi obtido através do corte b, também ilustrado na figura 9. Os projetos ilustrados nas figuras 10 e 11 estão dispostos também no Apêndice B.

Figura 10 - Esquema vertical da distribuição das águas cinza nas bacias sanitárias e torneiras do jardim



Fonte: A autora (2019)

Figura 11 - Esquema vertical da distribuição das águas cinza nas torneiras da lavanderia e jardim



Fonte: A autora (2019)

4.3 PROJETO DO SISTEMA DE TRATAMENTO DAS ÁGUAS CINZA

Para a elaboração do projeto do sistema de tratamento, é importante conhecer os diferentes tipos de tratamentos existentes e assim escolher um que possa cumprir sua função de tornar a água cinza própria para uso, os diferentes tipos de tratamentos foram listados na

revisão bibliográfica deste trabalho, e com seu auxílio a escolha de tratamento foi através de um tanque séptico, um filtro anaeróbio, um filtro de areia e uma etapa final de desinfecção.

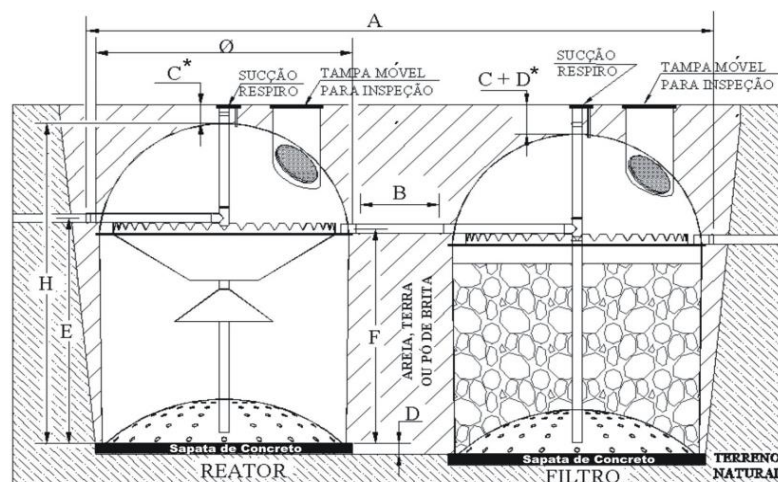
Com relação ao tanque séptico e o filtro anaeróbio, tem-se a opção de construí-los no próprio local escolhido, ou compra-los prontos e realizar a instalação. Com o intuito de reduzir o tempo de trabalho, gerando mais facilidade durante o processo, foi escolhido compra-los prontos. Com esta escolha feita é necessário escolher o tipo de material dos aparelhos, já que existem as opções em fibra de vidro e também de concreto.

Desta maneira o sistema escolhido foi o de fibra de vidro, que possui a combinação de um reator e filtro anaeróbios, com uma capacidade de 8000 L/dia. Para que ocorra a filtração, dentro do filtro deve haver uma camada de brita número 4. Em seguida pode ser realizada a instalação dos equipamentos da seguinte forma:

1. Perfuração do terreno nas medidas necessárias;
2. Compactação do fundo da perfuração;
3. Aplicação de uma camada de concreto com 7 cm de espessura;
4. Aplicação das conexões de esgoto para entrada e saída dos equipamentos necessários;
5. Para que não tenha espaços vazios entre o equipamento e o terreno é preciso preencher com terra ou areia;
6. Realizar os acabamentos da superfície de modo que possa ser aberto quando necessário, e para a efetuação de manutenções.

Abaixo a Figura 12 demonstra o modelo de reator e filtro anaeróbios escolhido.

Figura 12 - Reator anaeróbio e filtro anaeróbio



Fonte: BAKOF INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE FIBERGLASS LTDA (2011)

As dimensões adotadas para o modelo que tem capacidade de 8000 L/dia estão descritas no Quadro 16 abaixo.

Quadro 16 - Dimensões do conjunto reator e filtro, em metros

A	B	C*	D	E	F	Ø	H	C+D*
11,00	1,00	0,30	0,10	1,96	1,86	2,00	2,33	0,40

Fonte: BAKOF INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE FIBERGLASS LTDA (2011)

É necessário ter uma diferença no desnível do reator com o do filtro, neste modelo a diferença é de 10 cm como mostrado no quadro 15. Para garantir a equidade e um ótimo estado das conexões, é preciso efetuar um teste de estanqueidade do terreno antes de terminar o processo de instalação. E para a verificação do equipamento, o fabricante recomenda um repouso de 24 horas após o enchimento com água.

O filtro de areia por sua vez será construído no próprio local, com alvenaria de tijolos maciços, e deve ser impermeabilizado de forma adequada afim de não ocorrer infiltrações no terreno em questão. A areia utilizada para o processo de filtragem será área média, tendo os grãos com diâmetro entre 0,42 mm e 0,12 mm (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1993, p.28).

O filtro de areia deve ter uma vazão superior a vazão estimada de águas cinza, desta forma foi considerado então uma vazão de 8100 L/dia. Considerando uma taxa de aplicação de 540 L/m².dia, foram calculados o volume e área superficial do filtro, com camada de areia de 3,80 metros. Para associar esses valores com a vazão de águas cinza tem-se a equação 3.

$$A = \frac{Q}{Ta} \quad (3)$$

Onde:

A = Área superficial necessária, em m²;

Q = Vazão considerada de águas cinza, que é 8100 L/dia;

Ta = Taxa de aplicação de efluente adotada, que é 540 L/m².dia.

Com a resolução da equação acima, a área superficial necessária é de 15 m². As dimensões do filtro de areia serão então 6 metros de comprimento e 2,30 metros de largura. Depois de verificar se o lençol freático está a uma profundidade segura, as escavações e

colocação das tubulações podem ser feitas normalmente. Uma tubulação de drenagem com 100 mm de diâmetro deve ser colocada na base da camada de areia, esta tubulação deve ser coberta por uma camada de brita número 1, em uma espessura de 15 cm aproximadamente. É importante lembrar que o fundo do filtro deve ter uma declividade de 1% para facilitar a coleta de água.

Para a desinfecção da água no filtro, o processo escolhido foi o de pastilhas de hipoclorito de cálcio, feito da mesma forma proposta por Bazzarella (2005, p. 85-86), onde a cloração é feita através de pastilhas de cloro 200g que são acopladas a um flutuador, e pode ser colocado dentro do reservatório de água cinza tratada.

Para se conhecer a eficiência deste tratamento, será apresentado o Quadro 17, que mostra valores prováveis de remoção de poluentes pelo filtro anaeróbio e pelo filtro de areia, cogitando que os tratamentos em questão estejam em conjunto com tanque séptico, estes valores assim como as demais recomendações para unidades de tratamento complementar, são apresentados na NBR 13.969 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997, p.6).

Quadro 17 - Faixas prováveis de remoção de poluentes

Parâmetro	Filtro Anaeróbio (%)	Filtro de Areia (%)
DBO	40 a 75	50 a 85
DQO	40 a 70	40 a 75
SNF	60 a 90	70 a 95
Sólidos Sedimentáveis	70 ou mais	100
Nitrogênio Amoniacal	-	50 a 80
Nitrato	-	30 a 70
Coliformes Fecais	-	99 ou mais

Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997, p. 6

A seguir serão apresentados valores estimados da remoção de poluentes presentes na água cinza nos Quadros 18, 19 e 20, a remoção de sólidos e compostos nitrogenados neste sistema de tratamento será apresentada no quadro 17, a remoção de fósforo, DBO, DQO e compostos de enxofre estão descritos no quadro 18, e por último a remoção de coliformes está expressa no quadro 19, onde a quantidade estimada de coliformes presentes na água após o

tratamento não passou pela cloração, sendo assim estes valores podem diminuir ainda mais após entrar em contato com o cloro no processo de desinfecção. Bazzarella (2005, p. 121) realizou uma cloração que foi capaz de remover cerca de 4 logs de CT e 2 logs de E.Coli.

Quadro 18 - Remoção de sólidos e compostos nitrogenados no sistema de tratamento proposto

		Concentrações nos efluentes dos pontos de coleta de água cinza*				
Local	Volume diário (L)	SST (mg/L)	Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	Nitrito (mg/L)	Nitrato (mg/L)	NTK (mg/L)
Lavatório	5.546,24	146	0,5	0,03	0,57	5,6
Chuveiro	1.109,76	103	0,8	0,03	0,46	3,4
Máquina de lavar roupas	1.194,24	53	1,5	0,11	0,46	3,6
Mistura	7.850,24	101,47	0,86	0,04	0,48	3,74
Remoção estimada**	Filtro Anaeróbio	70%	.	60%	.	60%
	Filtro de Areia	100%	50%	70%	30%	70%
Concentrações finais estimadas na água cinza tratada		0	0,43	0,01	0,33	0,45

*Fonte: BAZZARELLA, 2005, p. 102-104 apud SELLA, 2011, P. 58.

**Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997, p. 6

Quadro 19 - Remoção de fósforo, DBO, DQO e compostos de enxofre no sistema de tratamento proposto

		Concentrações nos efluentes dos pontos de coleta de água cinza*				
Local	Volume diário (L)	Fósforo total (mg/L)	DBO (mg/L)	DQO (mg/L)	Sulfeto (mg/L)	Sulfato (mg/L)
Lavatório	5.546,24	0,6	265	653	0,11	112,4
Chuveiro	1.109,76	0,2	165	582	0,09	162,1
Máquina de lavar roupas	1.194,24	14,4	184	521	0,11	355,4
Mistura	7.850,24	2,42	182,02	582,75	0,1	184,49
Remoção estimada**	Filtro Anaeróbio	60%	40%	40%	60%	60%
	Filtro de Areia	70%	50%	40%	70%	70%
Concentrações finais estimadas na água cinza tratada		0,29	54,61	209,79	0,01	22,14

*Fonte: BAZZARELLA, 2005, p. 106-110 apud SELLA, 2011, P. 58.

**Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997, p. 6

Quadro 20 - Remoção de coliformes no sistema de tratamento proposto

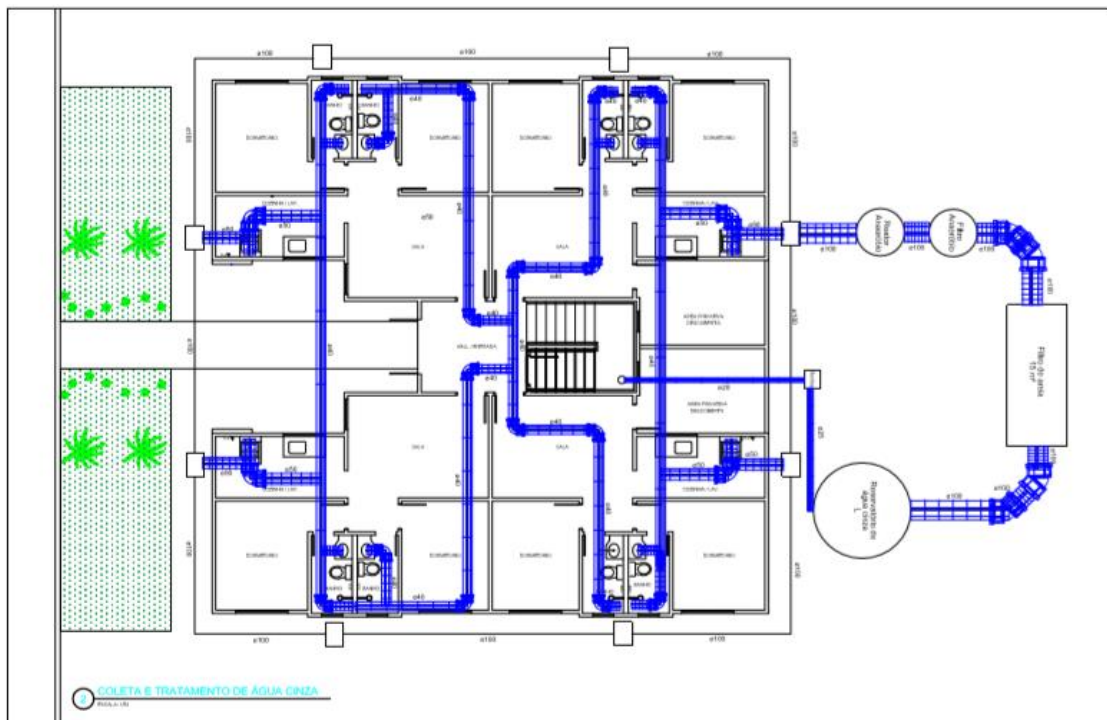
Local	Volume diário (L)	Concentrações nos efluentes dos pontos de coleta de água cinza*	
		CT (NMP/100 mL)	E. Coli (NMP/100 mL)
Lavatório	5.546,24	1,35 E+02	1,01 E+01
Chuveiro	1.109,76	3,95 E+04	2,63 E+04
Máquina de lavar roupas	1.194,24	5,37 E+00	2,73 E+01
Mistura	7.850,24	2,79 E+04	1,86 E+04
Remoção estimada**	Filtro Anaeróbio	.	.
	Filtro de Areia	99%	99%
Concentrações finais estimadas na água cinza tratada		2,79 E+02	1,86 E+02

*Fonte: BAZZARELLA, 2005, p. 115 apud SELLA, 2011, P. 59.

**Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997, p. 6

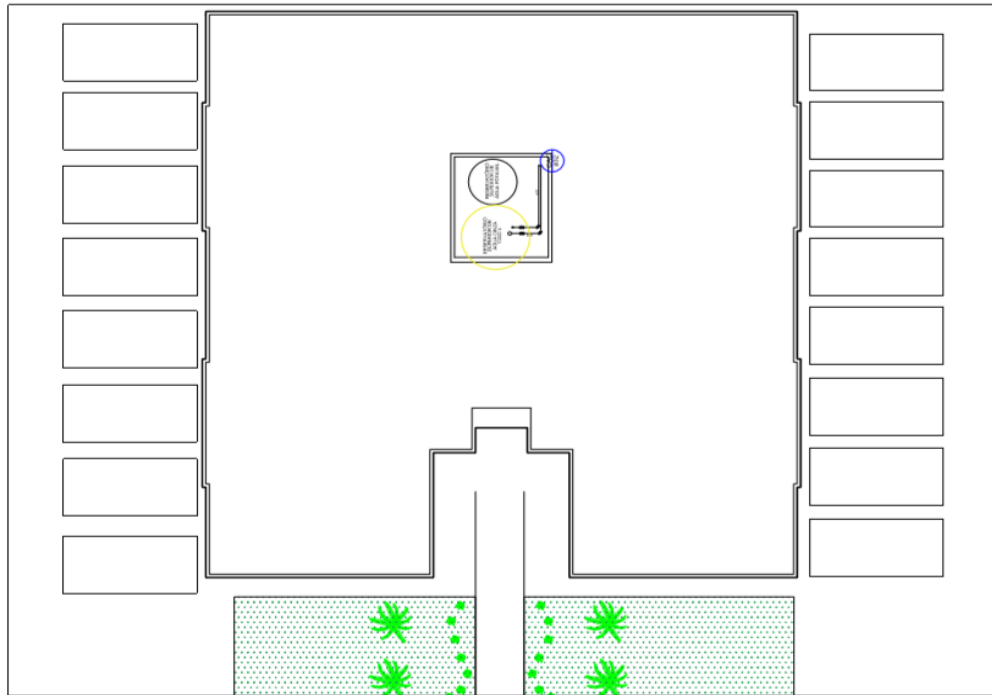
As figuras 13 e 14 abaixo mostram o sistema de captação e tratamento da água cinza no edifício e a disposição do reservatório superior, respectivamente.

Figura 13 - Sistema de captação e tratamento da água cinza no edifício



Fonte: A autora (2019)

Figura 14 - Disposição do reservatório superior de água cinza



Fonte: A autora (2019)

O projeto do sistema de coleta e tratamento das águas cinza e a disposição do reservatório superior de água cinza estão dispostos no Apêndice B.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A água é um bem natural de extrema importância para toda a humanidade e todos os seres vivos, sem este bem a vida na terra é extinta, sabendo disso, é preciso ressaltar a importância de conservá-la. Dados da ONU (2018) evidenciam que a escassez da água de qualidade já está ocorrendo em muitos lugares. Conhecendo esta realidade surgem então várias idéias inovadoras para que o uso sustentável da água possa aumentar cada vez mais, iniciativas de grandes ou pequenas proporções podem fazer muita diferença.

Com o objetivo de aprofundar o estudo acerca do reaproveitamento das águas cinza em edifícios residenciais, e conhecer soluções técnicas adotadas normalmente para esse fim, tem-se que os objetivos propostos para sua realização foram atingidos. Ou seja, o projeto de reutilização de águas cinza em edifícios residenciais se mostra possível. Para FENDRICH (2002) é preciso estar alerta para a extrema urgência na mudança de hábitos sobre o uso da água no dia a dia, afinal hoje já se comprovou que esta é um bem finito.

Desenvolveu-se um projeto de reutilização de águas cinza em um edifício de quatro pavimentos, com capacidade para quatro pessoas por apartamento, totalizando sessenta e quatro habitantes no edifício, expondo de que maneira a água cinza será captada, como será realizado o tratamento e seus resultados, e como será a distribuição da mesma nos pontos específicos. Foi possível então mostrar a possibilidade e exequidade de um projeto que tenha como objetivo reutilizar de forma correta a água cinza que seria descartada. Para Bazzarella (2005) um projeto desses possibilita grande economia de água provável quando instalado adequadamente.

É preciso estar atento às recomendações técnicas para implantação de um projeto de reúso de águas cinza, pois caso não sejam seguidas podem ocasionar problemas aos usuários. SELLA (2011) diz que sobre as normas, é preciso sinalizar todos os locais onde é oferecida a água cinza tratada, para que seu uso seja feito de forma condizente para o fim específico reservado a ela, orientar as pessoas que não residem no edifício, para que não venha utilizá-la de forma errônea, também é recomendado que em locais como jardins, tenha disposta além da torneira de água cinza tratada, uma torneira que ofereça água potável para determinadas atividades que exijam água de melhor qualidade, recomenda-se também que tenha disposto no local uma ou mais pessoas, que fiquem responsáveis pela manutenção do sistema, e assim garantir sua integridade.

Após desenvolver o projeto, foi possível perceber o quão importante ele pode ser para o meio ambiente e para a sociedade. É importante destacar que o projeto de reúso de

águas cinza em edifícios residenciais é viável em novas construções porque o projeto e a execução deste podem ser facilmente compreendidos por aqueles que se interessar em seu desenvolvimento, pois um projeto como este pode gerar muita economia de água, a iniciativa de possuir ou construir um edifício como este, não deve surgir levando em consideração apenas o ponto de vista econômico, que não foi pauta neste trabalho, mas principalmente o ponto de vista da sustentabilidade e proteção ao meio ambiente, para se garantir que este bem natural esteja disponível para todos por um longo tempo, e que as gerações futuras não sofram com sua falta.

Ainda dentro deste contexto pode ser apresentada como trabalho futuro, além da reutilização de água cinza, a reutilização da água da chuva, um tipo de projeto que consegue também promover certa economia de água, pois antes da água ser lançada de forma natural diretamente na natureza, poderá ser utilizada em determinadas atividades a qual lhe convém. Uma idéia sustentável que já é realizada em vários lugares no país, de acordo com SANTOS, [s.d.] no nordeste a captação da água da chuva é realizada em vários locais, não só para fins não potáveis mas também para o próprio consumo após passar por um tratamento adequado, porém seria mais uma novidade para se colocar em prática na cidade que foi o cenário deste trabalho

REFERÊNCIAS

- ABES – **Artigo: “O desafio da escassez de água”, de Álvaro Menezes**, 2017. [Internet] Disponível em: <<http://abes-dn.org.br/?p=11678>>. Acesso em: 21/11/2018
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Ações e segurança nas estruturas – procedimento: NBR8681**. 2004
- ABNT. **NBR 8160**. Sistemas prediais e esgoto sanitário – Projeto e execução, 1999.
- ABNT. **NBR 13969**. Tanques sépticos – Unidades e Tratamento Complementar e disposição final dos efluentes líquidos – Projeto, construção e operação, 1997.
- ALMEIDA, G. S. **METODOLOGIA PARA CARACTERIZAÇÃO DE EFLUENTES DOMÉSTICOS PARA FINS DE REÚSO: ESTUDO EM FEIRA DE SANTANA, BAHIA**. Salvador, 2007. Disponível em: <file:///C:/Users/cesar/Desktop/tcc/parte%202/dis_giovana.pdf>. Acesso em: 28/05/2019.
- ALVES, C.CW.; ZANELLA, L.; CASTRO, J. R.; QUEIROZ, R. S. **Manual Para Aproveitamento Águas Cinza Do Banho**. IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2016. Disponível em: <[file:///C:/Users/cesar/Downloads/1334-Manual_para_aproveitamento_emergencial_de_aguas_cinza_do_banho_e_da_maquina_de_la_var%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/cesar/Downloads/1334-Manual_para_aproveitamento_emergencial_de_aguas_cinza_do_banho_e_da_maquina_de_la_var%20(1).pdf)>. Acesso em: 28/05/2019.
- A ONU e a água / 2018 – 2028 – **Década Internacional para Ação, Água para o Desenvolvimento Sustentável**, 2018. [Internet] Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/acao/agua/>>. Acesso em: 31/05/2019.
- BARRETO, D. Dogs4.Pdf. p. 23–40, 2008. Disponível em: <<file:///C:/Users/cesar/Desktop/tcc/5358-18088-1-PB.pdf>>. Acesso em: 28/05/2019.
- BAZZARELLA, B. B. Caracterização e aproveitamento de água cinza para uso não potável em edificações. p. 165, 2005. Disponível em: <file:///C:/Users/cesar/Desktop/tcc/parte%202/tese_6573_Bazzarella_BB_2005.pdf>. Acesso em: 28/05/2019.
- Bombas Centrífugas de aplicações múltiplas. [Internet] Disponível em: <<http://www.dancor.com.br/dancor-site-novo/public/produtos/CAM-W4C>>. Acesso em 20/04/2019.
- CÔRTEZ, R. G.; FRANÇA, S. L. B.; QUELHAS, O. L. G. Contribuições para a Sustentabilidade na Construção Civil. **Sistemas & Gestão**, v. 6, n. 3, p. 384–397, 2011. Disponível em: <<file:///C:/Users/cesar/Desktop/tcc/sustentabilidade%20na%20construcao%20civil%201.pdf>>. Acesso em: 28/05/2019.
- CHERNICHARO, C.A.L. (Coordenador), Pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios.

Rio de Janeiro, ABES - PROSAB, 544p., 2001.

CHRISTOVA-BOAL, D.; EDEN, R. E.; MACFARLANE, S. An investigation into greywater reuse for urban residential properties. **Desalination**. n. 1-3, v. 106, p. 391-397, 1996.

DeOREO, W. B.; MAYER, P. W. (Ed.) Residential end uses of water. Denver: AWWA Research Foundation, 1999.

DIXON, A.; BUTLER, D.; FEWKES, A.; ROBINSON, M. Measurement and modeling of quality changes in stored untreated grey water. *Urban water*, v. 1, n. 4, p. 293306, 1999.

FENDRICH, Roberto, OLIYNIK, Rogério. **Manual de Utilização das Águas – 100 Maneiras Práticas**. 1ª Ed. Livraria do Chain Editora, 2002.

FINEP 2386/04. **Projeto Tecnologias para construção habitacional mais sustentável** São Paulo 2007. Disponível em: <file:///C:/Users/cesar/Desktop/tcc/HabitacaomaisSustentavel-D2-1-agua.pdf>. Acesso em: 28/05/2019.

FONINI, A.; FERNANDES, V. M. C.; PIZZO, H. S. Estudo para a determinação da capacidade de aproveitamento das águas pluviais e das águas cinzas em um complexo esportivo universitário. In: I Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável e X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. São Paulo. Julho. 2004.

FREITAS, Eduardo de. “A Seca no Nordeste”. Brasil Escola. [s.d.] [Internet] Disponível em <<https://brasilecola.uol.com.br/brasil/a-seca-no-nordeste.htm>>. Acesso em: 27/11/2018

GONÇALVES, R. F.; NOUR, E. A. A.; PHILIPPI, L. S.; ALVES, W. C.; JORDÃO, E. P.; BAZZARELLA, B. B. **USO RACIONAL DA ÁGUA EM EDIFICAÇÕES** Rio de Janeiro : ABES, 2006. 352 p. : il. Projeto PROSAB. Disponível em : <file:///C:/Users/cesar/Desktop/tcc/parte%202/Uso_agua_-_final.pdf>. Acesso em: 28/05/2019.

HESPANHOL, I. (2002). POTENCIAL DE REUSO DE ÁGUA NO BRASIL AGRICULTURA, INDÚSTRIA, MUNICÍPIOS, RECARGA DE AQUÍFEROS. RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos Volume 7 n.4 Out/Dez 2002, 75-95 . São Paulo. Disponível em: <https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/101/2371239d0aaf41e014681d6d437c79e7_f553b090dfd516bcc00c055844c42f21.pdf>. Acesso em: 29/05/2019.

Hibrahin, Jonas. Caixa D'Água. [Internet] Disponível em <http://caixaforte.ind.br/caixadagua/>. Acesso em 21/04/2019.

INMETRO – **A Norma Nacional – ABNT NBR 16001**, 2004. [Internet] Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/qualidade/responsabilidade_social/norma_nacional.asp>. Acesso em: 21/11/2018

ISEBVMF – **O que é o ISE**, 2017. [Internet] Disponível em: <<https://www.isebvmf.com.br/o-que-e-o-ise?locale=pt-br>>. Acesso em: 21/11/2018

LEDIN, A.; ERIKSSON, E.; HENZE, M. (2001) - Aspects of groundwater recharge using grey

wastewater. In: Decentralised Sanitation and Reuse: Concepts, systems and implementation. Cap. 18. p 354-369. London/UK: IWA Publishing.

LEITE, V. F. **Certificação Ambiental Na Construção Civil – Sistemas Leed E Aqua** Certificação Ambiental Na Construção Civil – Sistemas Leed E. p. 50, 2011. Disponível em: <file:///C:/Users/cesar/Desktop/tcc/LEED.pdf>. Acesso em: 28/05/2019.

MAIS ENGENHARIA – **Boas práticas para o sistema de aquecimento solar**, 2017. [Internet] Disponível em: <http://maisengenharia.altoqi.com.br/hidrossanitario/boas-praticas-para-o-sistema-de-aquecimento-solar/>. Acesso em: 21/11/2018

Marcelino Blacene Sella. Porto Alegre: DECIV/EE/UFRGS, 2011. Disponível em: <file:///C:/Users/cesar/Desktop/tcc/reaproveitamento%20de%20aguas%20cinzas.pdf>. Acesso em: 28/05/2019.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Gestão do Sistema Aquífero Guarani.** [Internet] Disponível em <http://www.mma.gov.br/agua/recursos-hidricos/aguas-subterraneas/item/8617.html>. Acesso em 22/04/2019.

MIKHAILOVA, I. Sustentabilidade: evolução dos conceitos teróricos e os problemas da mensuração prática. **Revista Economia e Desenvolvimento**, v. 16, p. 22–41, 2004. Disponível em: <file:///C:/Users/cesar/Desktop/tcc/ii_sustentabilidade.pdf>. Acesso em: 28/05/2019.

MMA – **Aquífero Guarani – Gestão do sistema Aquífero Guarani.** [Internet] Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/agua/recursos-hidricos/aguas-subterraneas/item/8617.html>>. Acesso em: 21/11/2018

MOTA, F. S. B. ; SPERLING, M. Von. (Coord.). Nutrientes de Esgoto Sanitário: Utilização e Remoção. Rio de Janeiro: ABES, 2009.

NEAL, J. (1996) - Wastewater reuse studies and trials in Canberra - Desalination 106 pp.399405

NOLDE, E. (1999) - Greywater reuse systems for toilet flushing in multi-story buildings – over ten years experience in Berlin. Urban Water. v. 1, n. 4, p. 275-284, 1999.

NSW HEALTH (2002) . - Greywater reuse in Sewered single domestic premises., Sidney, 2002. Disponível em: <http://www.health.nsw.gov.au/publichealth/ehb/general/wastewater/greywater_policy.pdf>. Acesso em: 29/05/2019.

NTS 181. **Dimensionamento do ramal predial de água, cavalete e hidrômetro – Primeira ligação.** 2017. Disponível em: <file:///C:/Users/cesar/Desktop/tcc/referencia%20/NTS181%20(1).pdf>. Acesso em: 28/05/2019.

OLIVEIRA, de Lindoval. Água mais cara que petróleo. Revista Brasil Rotário. N 986, ano 79, Ago 2004.

PAIS, M. M.; REBÊLO, S. Universidade Federal De Alagoas Centro De Tecnologia

Programa De Pós-Graduação Em Recursos Hídricos E Saneamento Caracterização De Águas Cinzas E Negras De Origem Residencial E Análise Da Eficiência De Reator Anaeróbico Com Chicanas. 2011. Disponível em: <file:///C:/Users/cesar/Desktop/tcc/parte%202/dissertacaomarcellemariapaissilvarebelo.pdf>. Acesso em: 28/05/2019.

PANORAMA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL 2016. ABRELPE [s.d.] Disponível em: <file:///C:/Users/cesar/Desktop/tcc/panoramaanexos2016.pdf>. Acesso em: 28/05/2019.

PAULO, S.; SOLE, F. DEL. RELATÓRIO DE SITUAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO TIETÊ - UGRHI-06. 2018. Disponível em: <file:///C:/Users/cesar/Desktop/tcc/relatorio-de-situacao-dos-recursos-hidricos-ugrhi-06-2018-ano-base-2017.pdf>. Acesso em: 28/05/2019.

RAMPELOTTO, G. **Caracterização e tratamento de águas cinzas visando reúso doméstico.** p. 117, 2014. Disponível em: <file:///C:/Users/cesar/Desktop/tcc/parte%202/RAMPELOTTO,%20GERALDO.pdf>. Acesso em: 28/05/2019.

ROOS, A.; LEIA, E.; BECKER, S. Educação Ambiental e Sustentabilidade. **Revista Eletrônica em Gestão Educação e Tecnologia Ambiental REGET/UFMS**, v. 5, n. 5, p. 857–866, 2012. Disponível em: <file:///C:/Users/cesar/Desktop/tcc/sust%20ambiental.pdf>. Acesso em: 28/05/2019.

SANTOS, Daniel C. **Os sistemas prediais e a promoção da sustentabilidade ambiental.** Curitiba: UFPR, 2002.

SANTOS, V. S. "**Aproveitamento da água das chuvas**"; Brasil Escola, [s.d.]. [Internet] Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/biologia/aproveitamento-agua-das-chuvas.htm>. Acesso em: 31/05/2019.

SAUTCHUK, C.; FARINA, H.; HESPANHOL, I.; OLIVEIRA, L. H.; COSTI, L. O.; ILHA, M. S. O.; GONÇALVES, O. M.; MAY, S.; BONI, S. S. N.; SCHMIDT, W. **Conservação e Reúso da Água em Edificações.** São Paulo, 2005. Disponível em: <file:///C:/Users/cesar/Desktop/tcc/parte%202/conservacao-e-reuso-de-aguas-2005.pdf> Acesso em: 28/05/2019

SIBR – **Sistema Integrado de Bolsa de Resíduos.** [Internet] Disponível em: <http://www.sibr.com.br/sibr/index_bolsa.jsp>. Acesso em: 21/11/2018

SILVA, D. H.; SANTANA, S. E.; SILVA, T. F. J.; ALMEIDA, S.; LIMA, S. F. Construção sustentável na engenharia civil. p. 89–100, 2017. Disponível em: <file:///C:/Users/cesar/Desktop/tcc/parte%202/5204-14574-1-SM.pdf>. Acesso em: 28/05/2019.

TELLES, D. D.; COSTA, P. R. (coord). **Reuso da Água - Conceitos, teorias e práticas.** 2ed. São Paulo: Blucher. 408 p., 2010.

TOMAZ, Plínio. **Previsão de Consumo de Água.** Disponível em:

http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/Novos_livros/livro_previsao_%20de_%20consumo_agua_170114/previsao_de_consumo_de_agua.pdf. Acesso em 20/04/2019.

TRATAMENTO DE ÁGUA – **Lançamento do Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2016**, 2016. [Internet] Disponível em: <<https://www.tratamentodeagua.com.br/lancamento-do-panorama-dos-residuos-solidos-no-brasil-2016/>>. Acesso em: 21/11/2018

VIZEU, F.; MENEGHETTI, F. K.; SEIFERT, R. E. Por uma Crítica ao Conceito de Sustentabilidade nos Estudos Organizacionais. **EnEO - Encontro de Estudos Organizacionais**, v. 10, n. 3, p. 1–16, 2012. Disponível em: <<file:///C:/Users/cesar/Desktop/tcc/parte%202/5480-10838-1-PB.pdf>>. Acesso em: 28/05/2019.

