



**FACULDADE EVANGÉLICA DE GOIANÉSIA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**BEATRIZ DE PAULA SOUZA
BEATRIZ RIBEIRO FERNANDES**

**VIABILIDADE TÉCNICA E FINANCEIRA DE INSTALAÇÃO
DE UM SISTEMA DE REAPROVEITAMENTO DE ÁGUA DA
CHUVA EM UMA MORADIA UNIFAMILIAR EM
GOIANÉSIA**

PUBLICAÇÃO Nº: 3

**GOIANÉSIA / GO
2020**



**BEATRIZ DE PAULA SOUZA
BEATRIZ RIBEIRO FERNANDES**

**VIABILIDADE TÉCNICA E FINANCEIRA DE INSTALAÇÃO
DE UM SISTEMA DE REAPROVEITAMENTO DE ÁGUA DA
CHUVA EM UMA MORADIA UNIFAMILIAR EM
GOIANÉSIA**

PUBLICAÇÃO Nº: 3

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA FACEG.**

**ORIENTADOR: BRUNO ISMAEL OLIVEIRA CARDOSO
MAIA**

GOIANÉSIA / GO: 2020

FICHA CATALOGRÁFICA

SOUZA, BEATRIZ PAULA.
FERNANDES, BEATRIZ RIBEIRO.

Viabilidade Técnica e Financeira de Instalação de um Sistema de Reaproveitamento de Água da Chuva em uma Moradia Unifamiliar em Goianésia, 2020, 36P, 297 mm (ENC/UNI, Bacharel, Engenharia Civil, 20).

TCC – FACEG – FACULDADE EVANGÉLICA DE GOIANÉSIA

Curso de Engenharia Civil.

1. Obra residencial unifamiliar
3. Sistema de aproveitamento de água

2. Sustentabilidade
4. Construção Civil

I. ENC/FACEG
II. Viabilidade Técnica e Financeira de Instalação de um Sistema de Reaproveitamento de Água da Chuva em uma Moradia Unifamiliar em Goianésia.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

SOUZA, B. P. e FERNANDES, B. R. Viabilidade Técnica e Financeira de Instalação de um Sistema de Reaproveitamento de Água da Chuva em uma Moradia Unifamiliar em Goianésia. TCC, Curso de Engenharia Civil, FACULDADE EVANGELICA DE GOIANÉSIA, Bacharel, Engenharia Civil, xx P, 2020.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Beatriz de Paula Souza , Beatriz Ribeiro Fernandes.

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO:

Viabilidade Técnica e Econômica de Instalação de um Sistema de Reaproveitamento de Água da Chuva em uma Moradia Unifamiliar Goianésia.

GRAU: Bacharel em Engenharia Civil

ANO: 2020

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.

Beatriz de Paula Souza
Rua Cascata ,113,Alvorada
76420-000 - Niquelândia/GO – Brasil

Beatriz Ribeiro Fernanndes
Av. Contorno,472, Santa Cecília
76385-825 – Goianésia/GO – Brasil

**BEATRIZ DE PAULA SOUZA
BEATRIZ RIBEIRO FERNANDES**

**VIABILIDADE TÉCNICA E FINANCEIRA DE INSTALAÇÃO
DE UM SISTEMA DE REAPROVEITAMENTO DE ÁGUA DA
CHUVA EM UMA MORADIA UNIFAMILIAR EM
GOIANÉSIA**

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

APROVADO POR:

**BRUNO ISMAEL OLIVEIRA CARDOSO MAIA, Especialista (FACEG)
(ORIENTADOR)**

**ROBSON DE OLIVEIRA FELIX, Especialista (FACEG)
(EXAMINADOR INTERNO)**

**CASSIA MONALISA DOS SANTOS, Mestre (UEG)
(EXAMINADOR EXTERNO)**

DATA: GOIANÉSIA/GO, 09 de JUNHO de 2020.

AGRADECIMENTOS

Beatriz de Paula Souza

Primeiramente a Deus que me permitiu chegar na reta final do curso, e por tornar a dificuldade um obstáculo de conquista e aprendizado. Me fazendo ter maturidade de guardar tudo de forma positiva.

Agradeço a minha filha Maria Eduarda por ter paciência e bondade pra entender a minha pouca atenção. Meus pais Juvecy e Jueci por me proporcionar cuidados e sempre acreditar em mim.

Agradeço ao meu orientador Bruno Ismael Oliveira Maia, por ter paciência. Aos meus amigos, Rogerio Farias, Higor frank, Maykon Braga, Poliana Francisca, Jordana Taveira, Beatriz Ribeiro, por tantas experiências boas. E em destaque o Samuel Santos Moreira por todo apoio e carinho comigo.

A minha vizinha Nathalia por ter sido a segunda mãe da minha filha. E de todos que de alguma forma contribuiu para minha formação. Obrigada!

Beatriz Ribeiro Fernandes

Agradeço a Deus primeiramente que me permitiu a oportunidade de exercer com êxito o curso de Engenharia Civil na FACEG, ao nosso orientador Bruno Maia por todos os ensinamentos, ao orientador da matéria Eduardo Toledo, e aos demais professores que de alguma forma contribuíram para minha formação, a minha família que sempre me apoiou não deixando que eu desistisse nos momentos difíceis, ao meu pai em especial que é minha grande inspiração para as lutas diárias, que sempre acreditou no meu potencial

“Deus nos concede, a cada dia, uma página de vida nova no livro do tempo. Aquilo que colocarmos nela, corre por nossa conta. ”

Chico Xavier

RESUMO

É evidente a importância dos recursos hídricos para a sobrevivência humana, atualmente esse recurso vem sofrendo com escassez devido ao consumo de forma inadequada, o que se faz necessário pensar na maneira de utilizar a água. Um dos meios criados na construção civil para este fim, é a implantação de um sistema de captação de água da chuva para fins não potáveis, como: lavagem de carros/jardins, bacia sanitária e lavagem de roupas, totalizando 45% do uso de água em uma residência. Foi escolhida uma residência unifamiliar de Goianésia Goiás, onde encontramos sua intensidade pluviométrica que é a quantidade de chuva por unidade de tempo sendo fundamental para o dimensionamento do projeto, a vazão do projeto para que se obtenha o volume que é transportado até os reservatórios. A captação de água será feita através do telhado, uma vez que foi necessário calcularmos sua área de contribuição. Em seguida é calculado o volume de água captado pela chuva, e o volume aproveitável considerando os 20% de perda de água. Escolhemos os reservatórios estabelecidos de acordo com a norma NBR 5626, 1998, para esse projeto são necessários 2 reservatórios superiores, um de 500L e outro de 1000L considerando os 2 dias de reserva, e um inferior de 15.000L, calculamos o consumo mensal potável e não potável, o valor gasto de água baseando na tarifa de água e esgoto de R\$13,45. Para saber o tempo de retorno do sistema, foi feita a estimativa de valor de custo, a somatória do valor de água economizado anualmente, assim encontramos um retorno financeiro de em média 2 anos.

Palavras-chave: Recursos hídricos; edificação; Economia; Retorno financeiro;

ABSTRACT

It is evident the importance of water resources for human survival, currently this resource is suffering with scarcity due to inadequate consumption, which makes it necessary to think about how to use water. One of the means created in civil construction for this purpose is the implementation of a rainwater collection system for nonpotable purposes, such as: car wash/gardens, sanitary basin and laundry, totaling 45% of water use in a residence. A single-family residence of Goianésia Goiás was chosen, where we found its rainfall intensity, which is the amount of rain per unit of time, being fundamental for the design design, the flow of the design to obtain the volume that is transported to the reservoirs. The water will be captured through the roof, since it was necessary to calculate its contribution area. It is then calculated the volume of water captured by the rain, and the usable volume considering the 20% of water loss. We chose the tanks established according to NBR 5626, 1998, for this project we need 2 upper reservoirs, one of 500L and another of 1000L considering the 2 days of reservation, and a lower of 15.000L, we calculate the monthly consumption potable and non-potable, the amount of water spent based on the water and sewage tariff of R\$13.45. To know the return time of the system, we estimated the cost value, the sum of the water value saved annually, so we found a financial return of on average 2 years.

Keywords: Water resources; building; Economy; Financial return;

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Esquema do Ciclo hidrológico	5
Figura 2 - Matriz energética global X Brasil.....	5
Figura 3 - Fontes de recursos renováveis e não renováveis no Brasil	6
Figura 4 - Distribuição da utilização da água como principal fonte de energia em todo o território Nacional.....	6
Figura 5 - Grau de envolvimento do setor.....	9
Figura 6 - Grau de envolvimento do setor no Brasil.....	9
Figura 7 - Decantação e técnica viável para tratamento e reuso da água pela construção civil.	11
Figura 8 - Planta baixa	12
Figura 9 - Planta de cobertura	14
Figura 10 - Áreas do telhado	15
Figura 11 - Gráfico de índices pluviométricos (mm) - médias mensais de Goianésia - GO...	16

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 - Área de contribuição do telhado	15
Equação 2 - Intensidade pluviométrica	17
Equação 3 - Vazão da calha	17
Equação 4 - Dimensionamento do reservatório.....	18
Equação 5 – Volume de água aproveitável	19

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Área e taxas da obra.....	13
Tabela 2 - Taxa de ocupação de acordo com a natureza do local.....	13
Tabela 3 - Porcentagem de consumo de água em uma residência	16
Tabela 4 - Manutenção do sistema.....	19
Tabela 5 - Consumo de água na residência	21
Tabela 6 - Consumo de água mensal: Potável x Não Potável	21
Tabela 7 - Áreas de contribuição do telhado	22
Tabela 8 - Coeficiente de runoff médios	22
Tabela 9 - Volume captado de água da chuva e volume aproveitável de água da chuva.....	23
Tabela 10 - Economia da tarifa de água pelo consumo potável e não potável.....	24
Tabela 11 - Retorno do custo e benefício do sistema.....	26

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A - Área

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

IDF - Intensidade Duração e frequência

Hab - Habitantes

I - Intensidade pluviométrica

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia

OMS - Organização Mundial da Saúde

L - Litros

m³ - Metros cúbicos

m² - Metros quadrado

mm - Milímetros

n - Coeficiente de rugosidade de Manning

P - Precipitação pluviométrica

Q - Vazão de pico

RS - Volume de água do reservatorio superior

S - Declividade da calha

V - Volume de água de chuva captado aproveitável

η - Fator de captação

% - Porcentagem

1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 JUSTIFICATIVA	2
1.2 OBJETIVOS.....	3
1.2.1 Objetivo Geral.....	3
1.2.2 Objetivos Específicos	3
2 REVISÃO BIBLIOGRAFICA	4
2.1 A POTENCIALIDADE HÍDRICA EM ESCALA GLOBAL E REGIONAL.....	4
2.2 A UTILIZAÇÃO DA ÁGUA NA CONSTRUÇÃO CIVIL E SUAS PROBLEMÁTICAS..	8
3 METODOLOGIA.....	12
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	12
3.1.1 Cálculo da área de contribuição do telhado.....	14
3.2 NORMAS TÉCNICAS DE REFERÊNCIA.....	15
3.3 CARACTERIZAÇÃO PLUVIOMÉTRICA DE GOIANESIA-GO	15
3.4 DISTRIBUIÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA.....	16
3.5 DETERMINAÇÃO DA INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA	17
3.6 VAZÃO DO PROJETO	17
3.7 DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO.....	18
3.8 BOMBEAMENTO	18
3.9 ÁGUA APROVEITÁVEL DA CAPTAÇÃO	18
3.10 TARIFAS DO TRATAMENTO DE ÁGUA, COLETA E TRATAMENTO DE ESGOTO EM GOIANÉSIA.....	19
3.11 MANUTENÇÃO	19
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	21
4.1 DETERMINAÇÃO DA DEMANDA DA EDIFICAÇÃO	21

4.2 DETERMINAÇÃO DO RESERVATÓRIO SUPERIOR E INFERIOR	21
4.3 CÁLCULO DA ÁREA DO TELHADO EM UMA SUPERFÍCIE PLANA INCLINADA..	22
4.4 DETERMINAÇÃO DO VOLUME DE CHUVA CAPTADO E APROVEITÁVEL	23
4.5 ESTIMATIVA DE CUSTO DO SISTEMA	25
4.6 ANÁLISE DO CUSTO BENEFÍCIO DA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA.....	26
5 CONCLUSÃO.....	27
REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS	29

1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural renovável e importante para a vida dos seres da Terra. Segundo De Souza (2014) o uso da água pela sociedade, visa atender as necessidades pessoais, econômicas (agrícolas e industriais) e sociais. Contudo, essas formas de uso da água quando realizada inadequadamente, provocam alterações na qualidade da mesma afetando os recursos hídricos e por consequência a sua utilização. A qualidade da água é de suma importância quando está direcionada ao abastecimento e consumo humano, pois é através dos padrões pré-definidos legalmente, que é determinado o consumo ou não da água de um corpo hídrico.

Diversas discussões dentro da comunidade científica quanto a disponibilidade hídrica e a utilização adequada destes recursos vêm sendo abordadas em diferentes áreas dos segmentos ambientais e sociais, seja dentro do viés da sustentabilidade, como também do ponto de vista do planejamento e da gestão ambiental. Conforme Lima (2001), a disponibilidade hídrica mundial é estimada em 40.000 km³/ano, deste valor, avalia-se que apenas 10% dessa água é captada dos rios e destinada ao consumo humano, de todo o volume captado, estima-se ainda que apenas 50% dele é consumido e os outros 50% retorna ao corpo hídrico receptor com uma qualidade inferior à que foi captada.

É necessário que assim sendo, aderir às novas técnicas que beneficie a diminuição na contaminação hídrica, com alternativas que aumentem a oferta da água com qualidade e com o nível de impacto bem menor sobre esse recurso mineral. Isso fortifica a precisão e a importância das iniciativas de proteção e conservação hídrica mediante a utilização de águas das chuvas (VILLIERS, 2002, p.16). A captação da água da chuva é uma estratégia muito valiosa para incentivar a economia de água e contornar problemas de escassez.

Segundo Porto & Porto (2008), todas as áreas que apresentam atividades industriais, urbanas e agrícolas fazem parte de uma bacia hidrográfica. As consequências, ou seja, os impactos negativos sobre essas bacias hidrográficas são reflexos dos processos de ocupação do território. Segundo a Agência Nacional de Águas (2017), no Brasil são retirados para consumo de água aproximadamente 2.057,8m³/s dos rios, córregos, lagoas, lagos e reservatórios; sendo que 46,2% vão para irrigação. Já a vazão média de consumo é de 1.081,3m³/s, deste total, 67,2% são consumidos pela irrigação. Para esta atividade econômica, o Brasil ainda tem um potencial de crescimento de 76 milhões de hectares, sobretudo na região do Centro-Oeste.

Contudo, no que concerne à construção civil, diante do breve panorama de que o uso exacerbado da água pode impactar ao meio ambiente e causar uma potencialização na atual

crise hídrica, se faz necessário refletir sobre o uso da água de forma sustentável, buscando alternativas eficazes para o melhor aproveitamento deste recurso importante e vital para a humanidade.

Portanto, o contexto desta pesquisa, pauta-se no princípio da sustentabilidade aplicada a engenharia civil, tendo como principal recurso reutilizável, a água.

1.1 JUSTIFICATIVA

Uma forma eficaz tem sido o reuso de água pluvial em canteiros de obras da Construção Civil. O processo de captação de águas pluviais não deve ser para fins de consumo, neste caso, ele é utilizado em atividades domésticas, em vasos sanitários para descargas, em sistemas para contenção de incêndios, lavagem de automóveis, também pode ser aplicado em obras industriais e edificações (KOBAYAMA ET AL, 2005).

A engenharia, na construção civil, tem buscado novas técnicas eficazes gerando economias em sua forma de usar a água adequadamente, com base na reutilização das águas da chuva. A implantação do sistema de captação tem se mostrado acessível e benéfico com vantagens na sua aplicação. Bernardi (2012) enfatiza também, que há vantagens do uso da água da chuva referente a diminuição da poluição hídrica em seus mananciais. Além dos privilégios ambientais, apresenta ainda os privilégios econômicos provindo do uso dessa água, tanto no segmento doméstico, como no industrial e agrícola.

SPEZZIO (2015) afirma que, o custo da implantação de um sistema de aproveitamento de água da chuva se mostra em média menor que 1% do valor total da obra. A água pode ser disponibilizada para o consumo humano, devendo de acordo com as normas regulamentadas passar por um processo de filtração e cloração.

Já para a construção civil, a NBR 15.527/2007, regulamentadora a reutilização da água pluvial canteiros de obras. De acordo com Rillo (2006), a água da chuva pode ser utilizada em diversos locais no canteiro de obras, como na confecção de argamassas, lavagem de canteiros de obra, molhar peças de concreto durante a cura da argamassa, limpeza dos pneus dos veículos (que ao sair do canteiro de obras podem sujar as vias da cidade), umectação de materiais finos (sendo esses estocados a céu aberto no próprio canteiro de obras) podendo também, ser utilizada em usinas de concreto ou em pedreiras.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Propor um sistema de captação para reaproveitamento de águas pluviais, numa residência em Goianésia, viabilizando a economia de recursos hídricos, com breve análise ao retorno financeiro.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Desenvolver projeto de um sistema de captação para reaproveitamento de águas pluviais;
- Analisar a viabilidade econômica;
- Buscar alternativas e cuidados especiais com a água coletada.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo foi abordado um panorama sobre a importância do recurso da água, em escala global e em escala regional. Nesse sentido, será destacado a sua importância em caráter energético e a relevância do maior bem renovável de alto valor comercial e sustentável do mundo.

2.1 A POTENCIALIDADE HÍDRICA EM ESCALA GLOBAL E REGIONAL.

A utilização da água no planeta Terra e a procura de novos recursos para abastecimento de água, como a captação de água da chuva, é considerado de suma importância para a melhoria na qualidade de vida humana e para a garantia de menos danos para as gerações futuras, como nos garante o princípio da sustentabilidade.

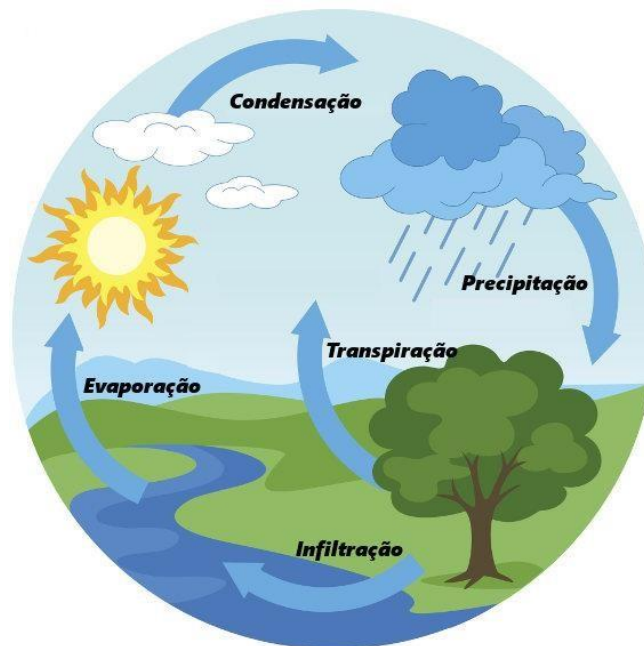
Uma das principais problemáticas da escassez de água em várias regiões do mundo, é a visibilidade de crescimento econômico, vilipendiando os impactos ambientais. Uma possibilidade para reduzir esses impactos pelo desperdício e uso exacerbado da água, é a captação das águas pluviais, que é considerada bastante semelhante ao ciclo hidrológico da água, que ocorre no meio ambiente (MOITINHO, 2007).

A água compreende um dos recursos naturais do mundo, sendo indispensável para a vida humana e de qualquer organismo existente no globo terrestre, podendo se apresentar em três estados físicos da matéria, nomeadamente, sólido, líquido e gasoso, seu ciclo hidrológico é extremamente influenciado pelas atividades humanas.

O ciclo hidrológico da água, embora pareça ser de simples funcionamento natural, precisa ser explicado e compreendido para a sua melhor utilização e distribuição, sendo dividido em etapas e fases de transformações, variando de região para região.

O processo de precipitação oriundo da condensação de nuvens muitas vezes formado pelo conjunto de partículas sólidas e vapor d'água, proporciona um dos papéis mais relevantes do ciclo hidrológico, pois o mesmo retroalimenta os aquíferos e diversos corpos hídricos ao redor do mundo, fazendo o papel que compreende a infiltração, ajudando na síntese da transpiração e proporcionando o aumento da evapotranspiração, fechando dessa forma o ciclo, como observado na Figura 1.

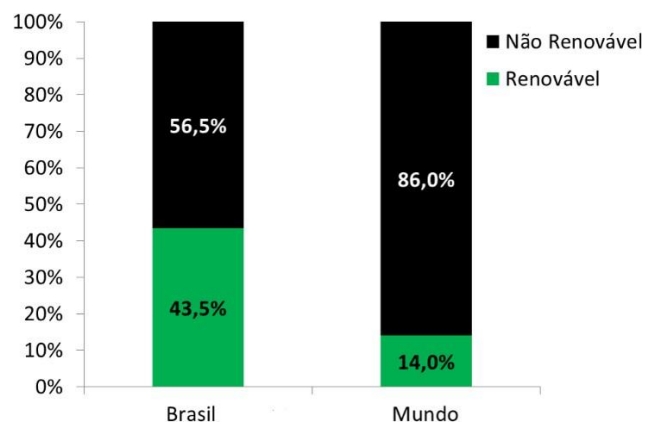
Figura 1 - Esquema do Ciclo hidrológico



Fonte: Brasil escola (2019).

A água é o maior bem renovável do mundo, de acordo com a EPE (2017), a água compõe a matriz energética do mundo, pois a mesma é usada como uma das principais fontes de energia renovável do mundo com alto potencial de sustentabilidade. Dessa forma, cerca de 14% da matriz energética mundial utiliza a água como fonte de energia primária, como mostrado na Figura 2.

Figura 2 - Matriz energética global X Brasil.

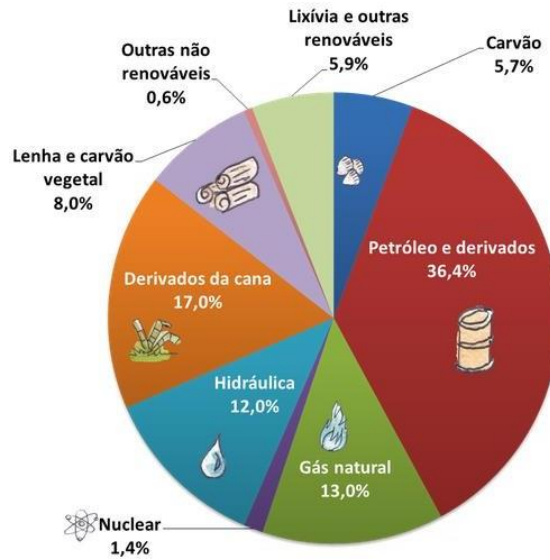


Fonte: EPE (2017).

Ainda de acordo com a Figura 2, o Brasil compreende uma das matrizes energéticas

mundiais mais sustentáveis, com cerca de 43.5%, pois utiliza 12% da água para uma diversidade de atividades antrópicas Figura 3.

Figura 3 - Fontes de recursos renováveis e não renováveis no Brasil



Fonte: EPE (2017)

Atualmente, esse é um dado alarmante do ponto de vista da sustentabilidade deste recurso, pois mais de 75% do nosso território, utiliza a água como fonte principal de energia, como pode ser observado na Figura 4.

Figura 4 - Distribuição da utilização da água com principal fonte de energia em todo o território Nacional.



Fonte: NEXO (2019)

Conforme Lima (2001), a disponibilidade hídrica mundial é estimada em 40.000 km³/ano, deste valor, avalia-se que apenas 10% dessa água é captada dos rios e destinada ao

consumo humano, de todo o volume captado estima-se ainda que, apenas 50% dele é consumido e os outros 50%, retorna ao corpo hídrico receptor com uma qualidade inferior à que foi captada.

O Brasil é privilegiado em relação aos outros países em disponibilidade hídrica, onde 73% da água doce produzida no país se encontra na bacia Amazônica, que por sua vez possui menos de 5% da população total do país. De acordo com a Agência Nacional de Águas (2007), o território brasileiro apresenta disponibilidade hídrica de 40.000m³/hab/ano, distribuídos de modo desigual, o problema da escassez hídrica no Brasil, tem como base o crescimento exagerado e demandas localizadas, além da degradação dos recursos hídricos, bem como o desmatamento, e o uso de agrotóxicos utilizados em plantações de grãos de larga escala.

Segundo Porto & Porto (2008), todas as áreas que apresentam atividades industriais, urbanas e agrícolas fazem parte de uma bacia hidrográfica. As consequências, ou seja, os impactos negativos sobre essas bacias hidrográficas, são reflexos dos processos de ocupação do território. A Agência Nacional das Águas (2017) afirma que, no país, são retirados para consumo de água aproximadamente 2.057,8m³/s dos rios, córregos, lagoas, lagos e reservatórios; sendo que 46,2% vão para uso sustentável, em especial para a irrigação.

Já a vazão média de consumo é de 1.081,3m³/s, deste total, 67,2% são consumidos pela irrigação. Para esta atividade econômica o Brasil ainda tem um potencial de crescimento de 76 milhões de hectares, sobretudo na região do Centro-Oeste.

O estado de Goiás tem uma disponibilidade hídrica com vazão média estimada de 14L/S/Km², dispondo de 39.185 m³/ano/habitante, sendo considerado 2.500 m³/ano/habitante, volume suficiente para as atividades de um habitante (ALMEIDA e MARQUES, 2004).

O território goiano, está compreendido em quatro bacias hidrográficas nacionais, que são: Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba, Bacia Hidrográfica do Rio Araguaia, Bacia Hidrográfica do Rio Tocantins e Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. As principais utilizações das águas destas bacias são para o abastecimento público, obras e infraestrutura, irrigações, distritos agroindustriais e atividade de pisciculturas (PAIXÃO & SANTOS, 2003).

A bacia hidrográfica do Tocantins compreende 24,61% da região norte do estado de Goiás, e atende a grande demanda das necessidades hídricas dessa região, que apresenta uma baixa densidade demográfica devido ao pequeno desenvolvimento na parte norte-nordeste do estado.

SILVA, et al. (2018) afirma que a região Centro-Oeste do país é composta por várias bacias hidrográficas, possuindo características peculiares em relação a hidrografia, essencialmente no estado de Goiás e no Distrito Federal. Nessas áreas nascem drenagens alimentadoras, onde o estado desfruta de algumas dessas bacias, sendo elas, uma pequena porção da bacia do São Francisco, a bacia do Tocantins/Araguaia e do Paraná. Essa hidrografia

possui também o lago de Cana Brava que é abastecido pelo lago de Serra da Mesa (ALMEIDA et al., 2006).

A bacia do Tocantins/Araguaia é a mais importante para a região norte do estado de Goiás, pois grande parte dela localiza-se na região Centro-Oeste, desde as nascentes de ambos os rios Araguaia e Tocantins até a confluência, para a jusante adentrando na região norte do país e finalmente chegando até a foz, oceano Atlântico. Em sua totalidade, a bacia do Tocantins/Araguaia compreende uma superfície de 918.273 km², ou seja, aproximadamente 11% do território nacional, onde, cerca de 26,8% corresponde ao estado de Goiás e 34,2% ao estado do Tocantins (ANA, 2006). De acordo com a ANA e MMA (2006) a disponibilidade hídrica da bacia Tocantins/Araguaia é de 13.624 m³/s de vazão média, o que equivale a 9,6% do total do país, e sua vazão específica média é de 14,84 L/s/km², considerando sua área total.

Diante do breve panorama sobre a relevância e utilidade da disponibilidade hídrica em diversas escalas, se faz necessário projetos estratégicos do ponto de vista de políticas de governança para a sua sustentabilidade e uso.

2.2 A UTILIZAÇÃO DA ÁGUA NA CONSTRUÇÃO CIVIL E SUAS PROBLEMÁTICAS

Ainda que o Brasil possua 12% da reserva hídrica do mundo, o maior potencial desse valor encontra-se cerca de 80% no norte do país, sendo distribuída de forma desigual em todo o território, a oferta em algumas áreas pode ser considerada um estresse hídrico, alarmando ainda mais a gestão de planejamento hídrico do país.

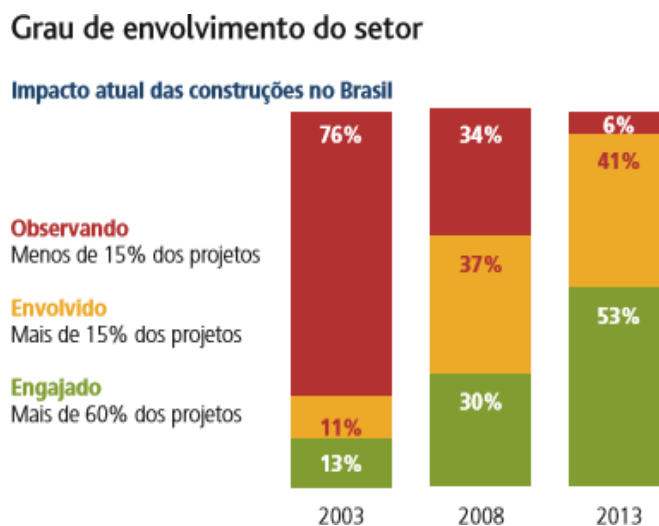
Pensando em sustentabilidade, uma área de ascensão no país, é a construção civil. O IBGE (2019), estimou no último semestre que o crescimento de 2% reaqueceu as obras e, tem impulsionado os investimentos na área, chegando a uma variação de mais de 5,2% ao segundo semestre de 2018.

Considerada como um bom parâmetro para investimentos e emprego no país, pois demanda de uma grande mão de obra, a construção civil tem sido impulsionada pela alta de 10,7% no crédito de financiamento habitacional, acrescentando à economia do país em 0,4% e aumento em 0,9% a taxa de pessoas empregadas no Brasil (IBGE, 2019). Fica claro que, a sua potencialidade econômica é importante para o cenário nacional, contudo, a comunidade tem se alertado para outras problemáticas que circunda essa área tão promissora.

A construção civil tem sido considerada uma das atividades que pode provocar problemáticas ambientais (Figura 5 e 6), levando a algumas empresas e uma linha de

engenheiros a repensar os conceitos fundamentais que regem a construção civil, alinhando-os a sustentabilidade.

Figura 5 - Grau de envolvimento do setor.

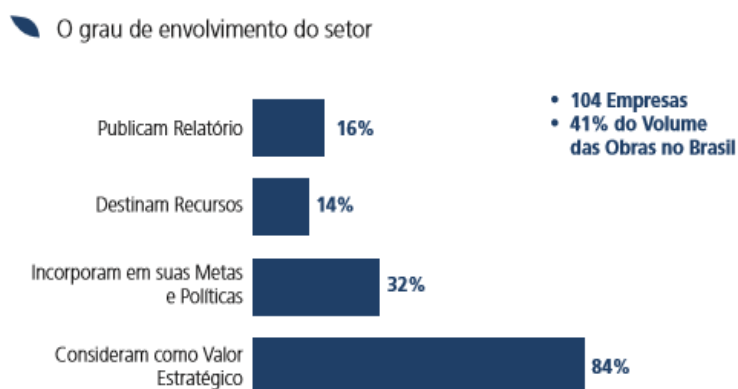


Fonte: FEBRABAN (Federação Brasileira de Bancos) – 17º Café com Sustentabilidade, 2010.

Figura 6 - Grau de envolvimento do setor no Brasil.

Grau de envolvimento do setor no Brasil

Estudo semelhante feito pelo Centro de Tecnologia de Edificações (CTE) e pela assessoria Criactive com 104 empresas brasileiras, que representam 41% do volume de obras no país, mostrou:



Fonte: FEBRABAN (Federação Brasileira de Bancos) – 17º Café com Sustentabilidade, 2010.

Sindicato da Habitação (2016) mostra que 61% dos incorporadores consideram a transformação do mercado, uma das principais razões para o desenvolvimento de empreendimentos sustentáveis. O setor imobiliário do Brasil caminha aceleradamente na direção dos mercados maduros e sustentáveis. A tendência é cada vez mais as pessoas e as

empresas demandarem green building em edificações e espaços urbanos. Dessa forma, em 3 ou 4 anos, alguns podiam pensar que era arriscado investir em green building, no entanto, arriscado é investir em construções e espaços urbanos que não sejam sustentáveis.

Contudo, conforme Rillo (2006), o Brasil não tem norma técnica para sistema de reuso de água e o código de obras não aborda o tema de maneira específica, tem muita gente projetando e implantando sistemas de modo inadequado.

Segundo informações públicas da ABNT, a norma NBR 13969:1997 - 'Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação, faz parte de uma série de três normas referentes ao Sistema de Tratamento de Esgotos e complementa a primeira da série que é a NBR 7229:1993 – Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. A terceira norma, em fase de elaboração, cujo título é: Tratamento e disposição final de sólidos do sistema de tanque séptico, vai completar o assunto, abrangendo desta forma, todos os aspectos de tratamento no sistema local de tratamento de esgotos. Ainda fica faltando uma norma específica para a instalação do sistema de reuso da água.

A reutilização da água no canteiro de obras pode favorecer a uma economia de 30% a 50% do consumo e ainda reduzir a produção de esgoto, medida importante para áreas onde não há sistema de tratamento. A água de reuso pode ser utilizada na descarga sanitária dos alojamentos, na irrigação de jardins ou para molhar a terra, visando baixar a poeira do terreno em dias secos. Outra possibilidade de aproveitamento, é na elaboração do concreto, mas isso é algo que precisa ser feito com cuidado, caso a água não potável seja procedente de água cinza, a utilização não requer cuidados, mas se ela for obtida do tratamento de água negra ou do esgoto predial, pode alterar a qualidade do concreto devido ao nitrogênio presente na urina, (OHNUMA, 2015).

A reutilização da água no canteiro de obras e o investimento na minimização de impactos ambientais, são questões que devem nortear projetos de engenharia, mesmo havendo a necessidade de avanços pela gestão pública referentes à produção de fontes de energia naturais, com tratamento eficiente do lixo e neutralização de contaminantes nos esgotos, nota-se que empresas que constroem a infraestrutura são capazes de colocar em prática, ações favoráveis ao meio ambiente, com trabalhos que merecem destaque. Um grande exemplo é a decantação, uma técnica tradicional de tratamento de água que é resultante da força da gravidade sobre as impurezas, permitindo a sedimentação delas no fundo de determinado recipiente, conforme a Figura 7.

Figura 7 - Decantação é técnica viável para tratamento e reúso da água pela construção civil.



Fonte: Sobratema (2019).

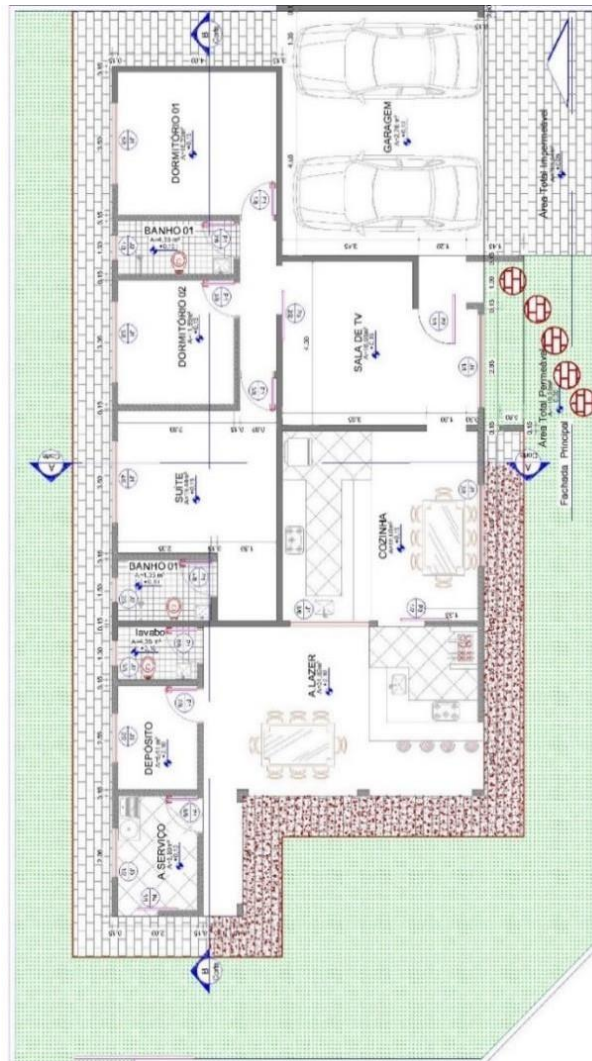
De acordo com a empresa SOBRETEMA (2019), que vem aplicando a técnica de decantação, para a aplicação do reúso em processos industriais e da construção civil, deve ser dada uma atenção especial à qualidade das águas em questão e aos efeitos potenciais na saúde dos usuários e nas instalações das indústrias ou canteiro de obras, bem como a corrosão, incrustação e deposição de materiais sólidos nas tubulações, tanques e outros equipamentos. No caso específico da construção civil, a atividade de tratamento e reúso da água apresenta grande potencial na produção de concreto, em que o recurso hídrico é fundamental para a hidratação do cimento.

3 METODOLOGIA

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O projeto tem como viés suprir as necessidades de abastecimento de água em uma habitação localizada na Avenida José Inácio, no Residencial Granville, município de Goianésia, estado de Goiás, conforme a Figura 8. A residência foi projetada em um lote de 390m², com uma estimativa de 192,53 m² de área construída, com o objetivo de atender as necessidades de uma residência unifamiliar, como pode ser observado na Figura 8.

Figura 8 – Planta baixa.



Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2020).

A construção possui 3 (três) quartos, sendo 1 (um) suíte, 1 (uma) sala de TV, 1 (uma) cozinha, 1 (um) depósito, 1 (uma) área de serviço, 1 (um) lavabo, 1 (um) banheiro social, 1 (uma) área de lazer, e 1 (uma) garagem.

Na Tabela 1 é possível observar as áreas do projeto e as taxas de impermeabilização, permeabilização e ocupação.

Tabela 1 – Área e taxas da obra.

TABELA DE ÁREAS E TAXAS	
Área do terreno	390 m ²
Área construída	192,53 m ²
Taxa de impermeabilidade	48%
Taxa de permeabilidade	20 %
Taxa de ocupação	37%

Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2020).

Na Tabela 2 é possível identificar a quantidade de moradores da residência de acordo com a quantidade de dormitórios. Veja abaixo:

Tabela 2 - Taxa de ocupação de acordo com a natureza do local.

NATUREZADO LOCAL	TAXA DE OCUPAÇÃO
Residências e apartamentos	Duas pessoas por dormitório
Bancos	Uma pessoa por 5,00m ² de área
Escritórios	Uma pessoa por 6,00m ² de área
Lojas (Pavimento térreo)	Uma pessoa por 2,50m ² de área
Lojas (Pavimento superior)	Uma pessoa por 5,00m ² de área
Shopping Centers	Uma pessoa por 5,00m ² de área
Museus e bibliotecas	Uma pessoa por 5,50m ² de área
Salões de hotéis	Uma pessoa por 5,50m ² de área
Restaurantes	Uma pessoa por 1,40m ² de área
Teatro, cinemas e auditórios	Uma cadeira para cada 0,70m ² de área

Fonte: Adaptado de Plínio Tomaz (2002).

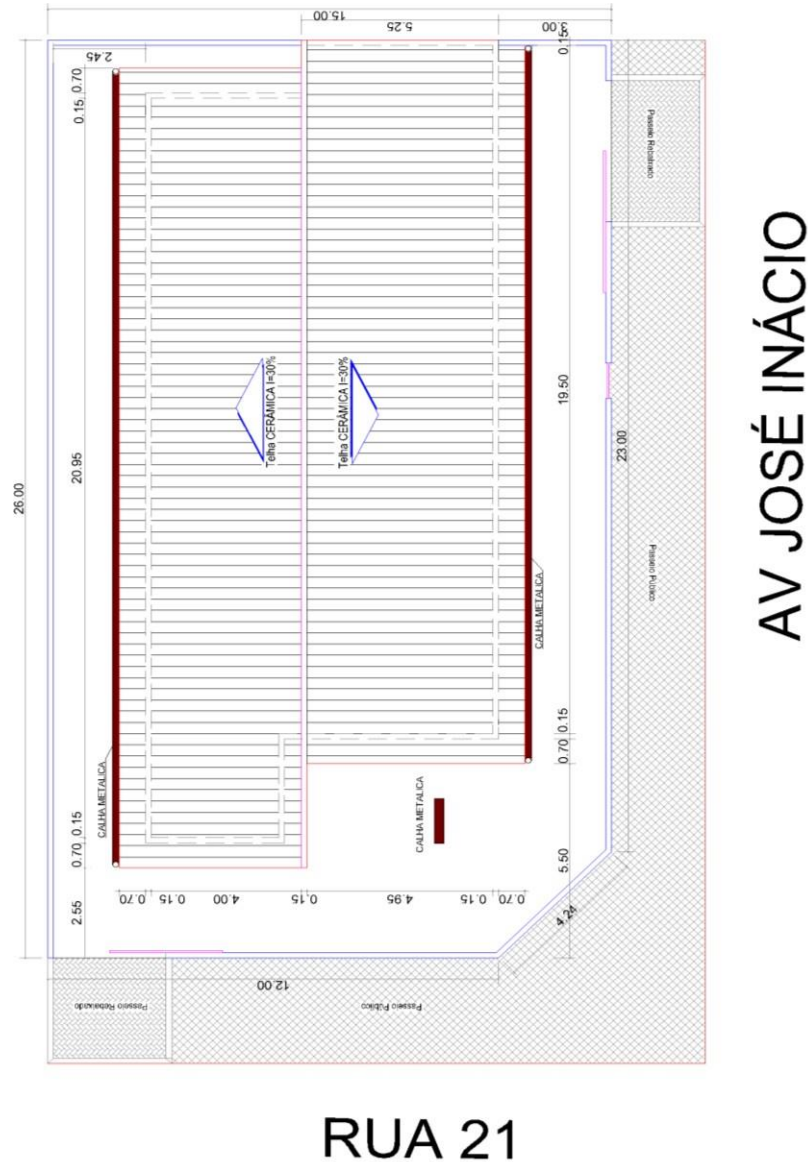
De acordo com a Tabela 2 anteriormente podemos concluir que nessa residência possui um total de 6 moradores.

3.1.1 Cálculo da área de contribuição do telhado

Tem como função a soma das áreas superficiais que são responsáveis por conduzir a água, é necessário encontrar a área da contribuição para calcular a vazão do projeto, nesse caso

deve-se escolher a que é adequada para a edificação, sendo calculado conforme as medidas do telhado apresentado abaixo na Figura 9, que contém a planta de cobertura da residência.

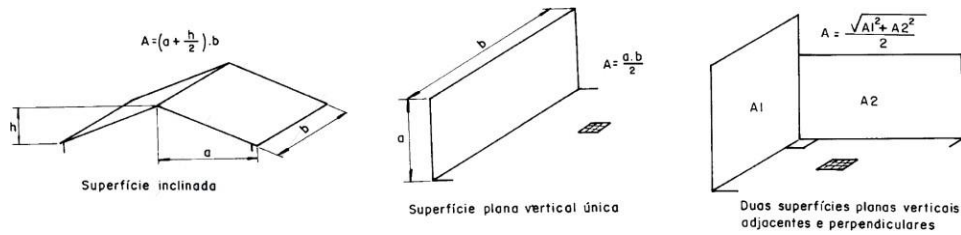
Figura 9 – Planta de cobertura.



Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2020).

É necessário dimensionar as vazões de cada um dos telhados da edificação, e fazer a soma das áreas, para isso foi utilizada a Equação (1), obtida pela análise da Figura 10.

Figura 10 – Áreas do telhado.



Fonte: Guia da engenharia

$$A = \left(a + \frac{h}{2}\right) \cdot b \quad (1)$$

A – Área de contribuição do telhado;

a – distância;

h – altura;

b – distância.

3.2 NORMAS TÉCNICAS DE REFERÊNCIA

Em vista que a preparação deste projeto foi aprimorado nas normas:

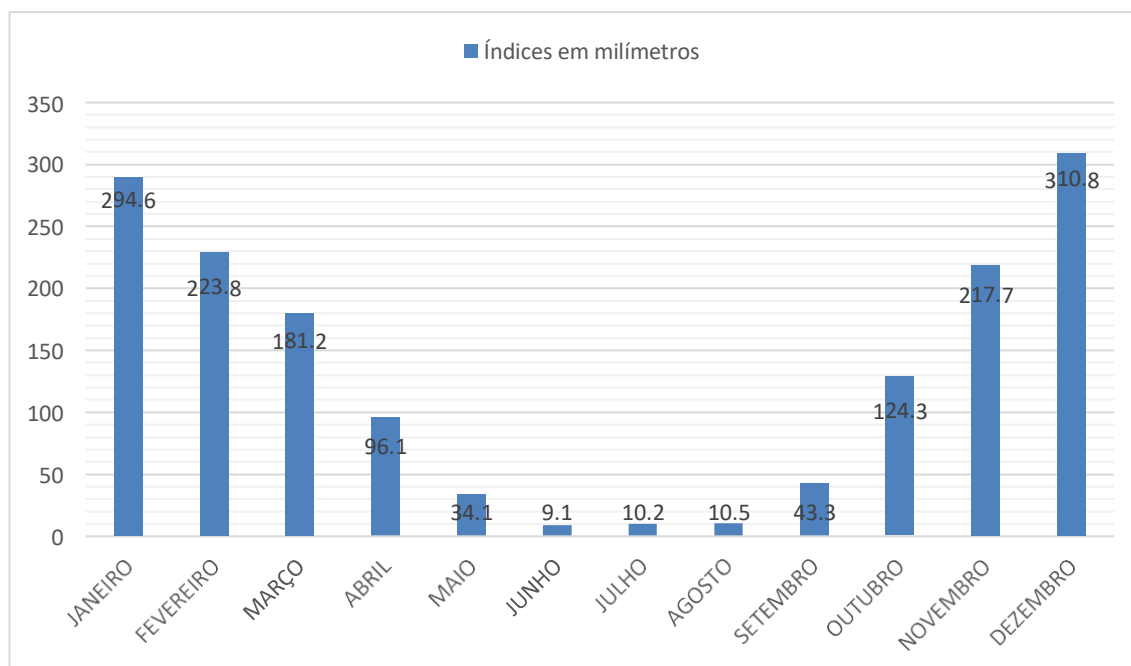
NBR 10844/1989: Instalações prediais de águas pluviais;

NBR 56269/1998: Instalação predial de água fria;

NBR 15527/2007: Água de chuva – aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos;

3.3 CARACTERIZAÇÃO PLUVIOMÉTRICA DE GOIANÉSIA-GO

Na Figura 11 é possível verificar os índices pluviométricos de chuva em Goianésia – Go ao longo do ano de 2019, indicando a quantidade de chuva por metro quadrado no local por determinado período, essa medida é dada em milímetros. Assim a Figura 11, demonstra que a região não possui uma precipitação regular todos os meses, resultando em um período sazonal de pouca chuva, compreendido pelos meses de Junho, Julho e Agosto, resultando em menor precipitação.

Figura 11 – Gráfico de índices pluviométricos (mm) – médias mensais de Goianésia-GO

Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2020).

3.3 DISTRIBUIÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA

Segundo Plinio (2002), o consumo de água ou demanda é uma média diária, mensal ou anual de toda distribuição de água na residência. Para esse tipo de captação ela será útil para fins não potáveis, como, rega de jardim, lavagem de pisos, descargas em bacias sanitárias, etc.

Nesse estudo, os dados de utilização de água para cada setor da residência, é essencial para o cálculo do reservatório, representando também, parte do consumo dos indivíduos que residem na habitação.

Na Tabela 3 a seguir representa a porcentagem de utilização de água potáveis e não potáveis em uma residência.

Tabela 3 - Porcentagem de consumo de água em uma residência.

Consumo potável		Consumo não-potável	
Lavagem de louças	6%	Lavagem de carros e jardins	6%
Beber e cozinhar	4%	Lavagem de roupas	12%
Chuveiro	36%	Bacia sanitária	27%
Pequenos trabalhos	9%		
Soma:	55%	Soma:	45%

Fonte: ADAPTADO de PEREIRA et al. (2008) .

3.5 DETERMINAÇÃO DA INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA

A intensidade pluviométrica calcula a quantidade de chuva por unidade de tempo, que é dada em milímetros. É fundamental para que o projeto seja bem dimensionado.

Essa variação é calculada de acordo com a ocorrência de chuva. Em geral, as distribuições de valores extremos de grandezas hidrológicas condiz satisfatoriamente à distribuição do método Fisher-Tippett do tipo I, também conhecida como distribuição de Gumbel, segundo Villela & Mattos (1975) e Leopoldo et al. (1984). A análise de aderência da distribuição de Gumbel foi feita pelo teste de Sminorv-Kolmogorov no nível de 1% de significância. Foi encontrado a IDF, para cada estação, conforme a Equação (2).

$$i = \frac{K \times TR^a}{(t + b)^c} \quad (2)$$

I - intensidade máxima média de precipitação, mm h-1;

TR - período de retorno, anos; t - duração da precipitação, min.;

K, a, b, e c - parâmetros ajustados com base nos dados pluviométricos da localidade.

3.6 VAZÃO DO PROJETO

O sistema escolhido foi dimensionado de acordo com a NBR 10844 (ABNT 1889), que exige que o dimensionamento de água da chuva deve ser executado separadamente da rede de esgotos sanitários, rede de água fria e quaisquer construções prediais.

A vazão na calha é obtida pela Equação (3), abaixo:

$$Q = I \times A / 60 \quad (3)$$

Q = vazão de pico (litros/min);

I = intensidade pluviométrica (mm/h);

A = area de contribuição (m²);

Os períodos de retorno são Tr = 5anos ou Tr = 25, sendo adotados em relação ao risco a ser assumido.

3.7 DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO

A rota de cálculo proposto na norma ABNT NBR 15527(2007) para dimensionar reservatório tem sua independência no abastecimento de água potável durante todo ano. A disponibilidade de área para uma instalação de um reservatório considera-se pequena na grande maioria. Sendo usado a Equação (4) do método prático inglês.

$$V = 0,05 \times P \times A \quad (4)$$

Onde:

P = é o valor numérico da precipitação média anual, expresso em milímetros (mm);

A = é o valor numérico da área de coleta em projeção, expresso em metros quadrados (m²);

V = é o valor numérico do volume de água aproveitável e o volume de água da cisterna, expresso em litros (L).

3.8 BOMBEAMENTO

Segundo a NBR 12214 (ABNT, 1992), o bombeamento tem que atender a norma, conforme for colocado em prática. Constantemente atento as informações e indicações das tubulações de sucção e recalque, velocidades mínimas e escolha do aglomerado motor bomba. Para este caso utilizaremos uma bomba de 380 Watts de potência que tem vazão máxima de 1.970 litros/hora e vazão mínima de 500 litros/hora de acordo com o fabricante.

3.9 ÁGUA APROVEITÁVEL DA CAPTAÇÃO

Segundo a NBR 12217 (ABNT, 1994), é preciso apresentar no projeto: extravasor, dispositivo de esgotamento, cobertura, inspeção, ventilação e segurança. Precisam ser reduzidos o turbilhonamento, dificultando a ressuspensão de sólidos e arraste de materiais de materiais flutuantes. A retirada de água do reservatório deve ser feita junto á superfície. O reservatório quando alimentado com água de outra fonte de abastecimento de água potável, deve apresentar V> dispositivo que inibe a ligação cruzada.

Ainda conforme com a NBR 12217 (ABNT, 1994), o volume de água de chuva vantajoso necessita do coeficiente de escoamento superficial da cobertura, para isso utilizamos o método de o *first flush*, que sugere a retirada de 20% do volume captado ,bem como da eficiência do sistema de descarte do escoamento inicial, sendo calculado pela seguinte Equação (5).

$$V = P \times A \times C \times \eta \quad (5)$$

Onde:

V = é o volume anual, mensal ou diário de água de chuva aproveitável;

P = é a precipitação média anual, mensal ou diária;

A = é a área de coleta;

C = coeficiente de escoamento superficial da cobertura ou coeficiente de Runoff, geralmente usado 0,80; (TOMAZ, 2009).

η = fator de captação é a eficiência do sistema de captação, levando em conta o dispositivo de descarte de sólidos e desvio de escoamento inicial, caso este último seja utilizado.

3.10 TARIFAS DO TRATAMENTO DE ÁGUA, COLETA E TRATAMENTO DE ESGOTO EM GOIANÉSIA

De acordo com a Saneago o valor da tarifa em metros cúbicos de água e esgoto coletado é RS7,36 na modalidade de residências normais para cada um dos serviços, baseando-se em um gasto de 25 a 30 m³/mês em Goianésia.

3.11 MANUTENÇÃO

A manutenção do sistema é importante na eliminação de resíduos que podem ficar no momento em que é filtrada as impurezas, essa deve ser feita de acordo com a Tabela 4.

Tabela 4 – Manutenção do sistema.

COMPONENTES	FREQUÊNCIA DE MANUTENÇÃO
Dispositivo de descarte de detritos	Inspeção mensal Limpeza trimestral
Calhas, condutores verticais e horizontais	Limpeza mensal
Dispositivos de desinfecção	Mensal
Bombas	Mensal
Reservatórios	Limpeza e desinfecção anual

Fonte: NBR 15527, 2007.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 DETERMINAÇÃO DA DEMANDA DA EDIFICAÇÃO

De acordo com o projeto escolhido, que é de uma residência de Goianésia, com uma estimativa de 6 moradores, onde, de acordo com a NBR 13969 (ABNT, 1997) – Tanques sépticos, o consumo de água per capita 160 litros de água/dia, o consumo mensal é demonstrado na Tabela 5, abaixo.

Tabela 5 – Consumo de água na residência

	Consumo (litros)	Moradores	Período (dias)	Volume total (litros)
Diário	160	6	1	960 litros
Mensal	160	6	30	28.800 litros

Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2020).

A partir da Tabela 3 chegou os resultados obtidos para porcentagens de água potável e água não potável de cada setor da residência. A suposição da demanda de água não potável que se deseja atender é algo que irá direcionar o resultado dos cálculos do projeto do sistema de captação, conforme demonstrado na Tabela 6.

Tabela 6 – Consumo de água mensal: Potável x Não Potável

	Volume total específico (litros)	Porcentagem (%)
Potável	15.840	55%
Não Potável	12.960	45%

Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2020).

De acordo com a Tabela 6, o volume de água que deverá ser substituído por água não potável é de 12.960 litros/mês, considerando um mês com 30 dias. Além disso, pode-se definir que o consumo por habitante dessa edificação será de 72 litros de água não potável e 88 litros, por dia de água potável.

4.2 DETERMINAÇÃO DO RESERVATÓRIO SUPERIOR E INFERIOR

O reservatório superior é baseado na demanda da edificação. De acordo com a Tabela 5, o consumo mensal de água na residência é de 28,8m³, ou seja em média 1m³ por dia, para este caso iremos utilizar um reservatório superior de 1000L para fins não potáveis, que irá suprir 2 dias de reserva para os dias que não tiver chuva e conseguirá armazenar essa água, e um segundo reservatório para recebimento de água da saneago de 500L, que será o necessário para suprir a demanda da residência. O reservatório inferior será adotado a partir do consumo de água não potável, sendo de 12.960 litros/mês, logo será adotado um reservatório com capacidade 15m³ capaz de armazenar o consumo mensal.

4.3 CÁLCULO DA ÁREA DO TELHADO EM UMA SUPERFÍCIE PLANA INCLINADA

Os cálculos da área do telhado foram feitos a partir da Equação (1), e logo após é feita a somatória para descobrir a área total de contribuição do telhado, conforme a Tabela 7.

Tabela 7 – Área de contribuição do telhado.

Área do telhado 1	Área do telhado 2
$A 1 = 5,87 + \frac{1,74}{2} \times 22,65$	$A 2 = 6,67 + \frac{1,74}{2} \times 20,65$
$A 1 = 152,67 \text{ m}^2$	$A 2 = 151,177 \text{ m}^2$
Total da área de contribuição = 303,847 m ²	

Fonte: Elaborado pelo próprio autor 2020.

De acordo com a Equação (5), segundo TOMAZ (2003), o valor utilizado no cálculo C é o coeficiente de runoff para telhas cerâmicas, sendo 0,8 a 0,9, de acordo com a Tabela 8.

Tabela 8 – Coeficiente de runoff médios.

Material	Coeficiente de Runoff
Telhas cerâmicas	0,8 a 0,9
Telhas esmaltadas	0,9 a 0,95
Telhas corrugadas de metal	0,8 a 0,9
Cimento, PVC	0,9 a 0,95

Fonte: Adaptado por TOMAZ, (2000).

4.4 DETERMINAÇÃO DO VOLUME DE CHUVA CAPTADO E APROVEITÁVEL

Na Tabela 9, foi calculado o valor de água que foi captado com o sistema e o volume que será aproveitado do sistema de acordo com as normas de descarte, obtendo o valor aproveitável da captação, através da tabela podemos observar que nenhum dos meses de seca abasteceu o sistema de aproveitamento de água por completo, sendo: junho, julho e agosto. A obtenção do volume total de chuva captado é definido através da multiplicação da área de contribuição da edificação pelo índice pluviométrico do mês, já o volume aproveitável é determinado através do resultado anterior, volume total, multiplicado pelo o coeficiente de escoamento superficial C e pelo fator de captação η , descrito anteriormente, pela Equação (6)

Tabela 9 – Volume captado de água da chuva e volume aproveitável de água da chuva.

Mês	Índice pluviométrico (mm)	Volume total (m³)	Volume aproveitável (m³)
Janeiro	294,6	89,51	71,61
Fevereiro	223,8	68,00	54,40
Março	181,2	55,05	44,04
Abril	96,1	29,20	23,36
Mai	34,1	10,36	8,29
Junho	9,1	2,76	2,21
Julho	10,2	3,01	2,41
Agosto	10,5	3,19	2,55
Setembro	43,3	13,16	10,52
Outubro	124,3	37,77	30,21
Novembro	217,7	66,15	52,92
Dezembro	310,8	94,44	75,55

Fonte: Elaborado pelo próprio autor, 2020.

De acordo com a determinação das porcentagens referentes ao consumo de água potável de água não potável, de 55% e 45% respectivamente, onde o consumo por pessoa de 160 litros por dia é representado por 88 litros de água potável e 72 litros de água não potável.

Conforme dito anteriormente, o reservatório inferior adotado para reserva e armazenagem da água captada da chuva terá capacidade de 15000 litros ou 15m³, sendo suficiente para armazenar o máximo consumo de 13,39m³, não será adotado reservatório maior por não haver a disposição de venda e espaço no lote da residência. Assim, nos meses de menor incidência e precipitação de chuva se caso a reserva de 15m³ não for suficiente para o consumo da água não potável e a captação não suprir o consumo, será necessário complementar o consumo com a água potável fornecida pela concessionária de abastecimento.

Por conta do índice de intensidade pluviométrica de Goianésia não ser regular durante o ano, haverá meses chuvosos e meses secos, devido a isso o sistema de reaproveitamento não será capaz de armazenar o volume de água captada que seja superior a capacidade do reservatório, ou seja, o sistema terá uma limitação de 15m³.

De acordo com a classificação do tipo de residência e faixa da tarifa, determinada pela concessionária de abastecimento, Sanego S.A., a tarifa de água e esgoto é definido no valor de R\$7,36 por metro cúbico, cada uma. Na Tabela 10 é apresentado as verificações para estimar a

economia da tarifa de água com o sistema de reaproveitamento e sem o sistema, partindo de determinações do consumos, precipitação e dias do mês.

Tabela 10 – Economia da tarifa água pelo consumo potável e não potável.

Dias	Mês	Consumo (m ³)				Custo (R\$)	
		Potável	Não potável	Reserva (m ³)	Complemento Potável (m ³)	Com o sistema	Sem o sistema
31	JAN	16,37	13,39	15	0	240,97	438,07
29	FEV	15,31	12,53	15	0	225,36	409,80
31	MAR	16,37	13,39	15	0	240,97	438,07
30	ABR	15,84	12,96	15	0	233,16	423,94
31	MAI	15,84	12,96	15	0	233,16	423,94
30	JUN	15,84	12,96	10,33	0,42	239,35	423,94
31	JUL	16,37	13,39	0	10,98	402,59	438,07
31	AGO	16,37	13,39	0	10,84	400,53	438,07
30	SET	15,84	12,96	0	2,44	269,08	423,94
31	OUT	16,37	13,39	15	0	240,97	438,07
30	NOV	15,84	12,96	15	0	233,16	423,94
31	DEZ	16,37	13,39	15	0	240,97	438,07
Soma:						3.200,27	5.157,92

Fonte: Elaborado pelo próprio autor, 2020.

Conforme a Tabela 10, verificou que os meses de Junho, Julho, Agosto e Setembro necessitaram de suprir o consumo de água não potável pelo abastecimento de água potável, gerando um aumento no preço da fatura de água desses meses, pois as precipitações de chuva nesses meses são bastantes inferiores por conta do clima e estiagem na região, sendo insuficiente para suprir o consumo e garantir a reserva por completo do reservatório.

Além do mais, é visto que a partir do mês de Abril, onde houve uma baixa aproximadamente de metade da precipitação, o sistema de reaproveitamento conseguiu suprir o consumo ainda no mês de Abril e no mês de Junho, sem que houvesse necessidade de acréscimo pela água potável. Ainda assim, no mês de Junho, o sistema quase se enquadrrou como auto suficiente, pois garantiu uma reserva de 10,33m³, no entanto, a captação de chuva não foi satisfatória e devido a isso foi necessário suprir com 0,42m³ de água potável.

O sistema de reaproveitamento de água da chuva projetado para atender a edificação se mostrou auto suficiente em 8 meses do ano, no entanto, nos outros 4 meses que possuem menor intensidade pluviométrica o reservatório inferior adotado não foi suficiente para suprir a demanda de consumo de água não potável e garantir a reserva para o mês seguinte.

Assim, o sistema não se tornou totalmente eficiente no período de um ano, necessitando a adoção de um novo reservatório com capacidade de armazenagem maior, para que nos meses chuvosos o sistema armazena um volume de água captada que supre o consumo mensal dos meses de Junho, Julho, Agosto e Setembro, onde a precipitação é insuficiente para atender o consumo. Mesmo havendo a complementação por água potável nos meses de estiagem, o sistema propiciou uma redução anual notória nas faturas de água e esgoto, garantindo uma ótima economia de água e financeira, eliminando o desperdício e ajudando o meio ambiente.

4.5 ESTIMATIVA DE CUSTO DO SISTEMA

Atráves de estudos e análises, é necessário construir um reservatório de tamanho suficiente para comportar 28,8m³, que custa aproximadamente, R\$ 4.896,53 (baseado em valores tabelados). Os equipamentos constituintes do sistema de captação como calhas, condutores verticais e horizontais, bocais e suporte totalizam cerca de R\$105,84 e, adicionado o custo da mão-de-obra, alcança o valor de R\$192,47. Enfim, o custo total da instalação do sistema de aproveitamento de água da chuva incluindo a cisterna de 28,8m³, fica por volta de R\$ 5.089,00 de acordo com Guilherme (2006).

4.6 ANÁLISE DO CUSTO BENEFÍCIO DA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA

Conforme demonstrado em cálculos anteriores da Tabela 10, a economia financeira do sistema totaliza um valor de R\$1.957,65 por ano, logo em seguida na Tabela 11, podemos observar o tempo estimado de retorno do sistema.

Tabela 11 – Economia da tarifa água pelo consumo potável e não potável.

Custo/Benefício	Tempo de retorno (anos)
Estimativa de custo aproximadamente: 5.089,00	
Economia anual aproximadamente: 1.957,65	2,59 anos

Fonte: Elaborado pelo próprio autor, 2020.

5 CONCLUSÃO

Com os resultados obtidos nesse estudo, verificou que a implementação de um sistema de reaproveitamento de água da chuva deve ser estimada de forma individual, para que assim consiga suprir a demanda de consumo e as particularidades existentes em cada edificação.

Conclui-se que o sistema é viável em termos de utilização na edificação, por garantir facilidade na montagem e possuir materiais comuns de fácil aquisição, não sendo materiais importados e específicos.

O custo do projeto está diretamente relacionado com a capacidade de armazenagem do reservatório inferior, por ser o componente mais caro, assim torna-se variável o seu custo dando a possibilidade de realizar e implementar o sistema em diferentes orçamentos.

Fica evidente que mesmo em uma residência pequena, a instalação de um sistema deste nível, o valor gasto demora a ser recuperado, fazendo com que as pessoas percam o estímulo de querer realizar a instalação do sistema em suas casas.

Nesse estudo o sistema resultou em um ótimo retorno financeiro em relação ao reservatório adotado, já em reservatórios menores a tendência é que aumente o tempo para atingir o retorno financeiro, pois a armazenagem de água da chuva será menor, e conseqüentemente haverá complementação do consumo de água não potável por água potável.

Além do ponto de vista econômico, o reaproveitamento de água da chuva colabora para a preservação dos recursos hídricos da região, os benefícios sociais e ambientais, resultando em um retorno ambiental.

Para estudos futuros, recomenda-se à adoção de um reservatório maior que atende integralmente o consumo de água não potável da edificação em todos os meses do ano, além disso, é interessante relacionar práticas e dispositivos que integrem ao sistema de reaproveitamento de água da chuva, visando diminuir o consumo de água não potável para que o sistema tenha um custo menor, pois o reservatório é o componente de maior valor do sistema.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10844:1989.

Instalações prediais de águas pluviais. Informações de catálogos. Disponível em: <https://ecivilufes.files.wordpress.com/2013/06/nbr-10844-1989-instalac3a7c3b5es-prediais-de-c3a1guas-pluviais.pdf>. Acesso em 23 de nov de 2019.

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13969: 1997.

Tanques sépticos. Informações de catálogos. Disponível em: http://acguasana.com.br/legislacao/nbr_13969.pdf

ANA(Agência Nacional das Águas),2017:<http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/noticias/relatorio-da-ana-apresenta-situacao-das-aguas-do-brasil-no-contexto-de-crise-hidrica> 4 de dezembro de 2018.

ANA (Agência Nacional das Águas) recursos hídricos : resumo executivo. / Ministério do Meio Ambiente ; Agência Nacional de Águas ; Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. Brasília : MMA; ANA, 2007.60 p. : il. (GEO Brasil Série Temática : GEO Brasil Recursos Hídricos).

ALMEIDA, M. S. S.; MARQUES, M. E. S. Aterros sobre camadas espessas de solos muito compressíveis. In: Proc. 2º Congresso Luso-Brasileiro de Geotecnia, Aveiro, Portugal. 2004. p. 103-112.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12214: Projeto de sistema de bombeamento de água para abastecimento público. ABNT, 1992.

BRASIL ESCOLA (<https://brasilecola.uol.com.br/>) 02 de junho de 2020.

CASTRO, José Nilo de. Direito municipal positivo. Belo Horizonte: Del Rey, v. 6, 2006.

DE MIRANDA, Ricardo Augusto Calheiro; DE OLIVEIRA, Marcus Vinícius Siqueira; DA DE SOUZA, Juliana Rosa et al. A importância da qualidade da água e os seus múltiplos usos: caso Rio Almada, sul da Bahia, Brasil. REDE-Revista Eletrônica do Prodema, v. 8, n. 01, 2014.

DE VILLIERS, Marq. Água: como o uso deste recurso natural natural pode causar mais uma crise do século XXI . Ediouro, 2002.

EPE-EMPRESA, DE PESQUISA ENERGÉTICA. Balanço energético nacional 2017: ano base 2016. Empresa de Pesquisa Energética. Rio de Janeiro: EPE, 2017.

FEBRABAN: <https://portal.febraban.org.br/> 02 de junho 2020.

GUIA DE ENGENHARIA <https://www.guiadaengenharia.com/aguas-pluviais/> acesso em 22 de novembro de 2019.

GUILHERME, L. B. Aproveitamento das águas de chuva da cidade do Natal para fins potáveis. Natal, 2006. 141 p. Dissertação (Mestre) – Centro de tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

IBGE: O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/>> 02 de junho de 2019.

Hidromundo: Um Mundo de conteúdo em Hidráulica, Hidrologia, Drenagem. Disponível em: <<http://www.hidromundo.com.br/intensidade-pluviometrica>> / Acesso em 19 de maio de 2020.

VIANA, Dandara, Guia da engenharia: Dimensionamento de calhas e condutores, Disponível: ><https://www.guiadaengenharia.com/dimensionamento-calhas-condutores>< / acesso em 19 de maio de 2020.

Regulação controle e fiscalização Disponível: >https://www.saneago.com.br/2016/arquivos/Res_Normativa_0152_2019.pdf < /acesso em 19 de maio de 2020.

KOBIYAMA, Masato; CHECCHIA, Tatiane; SILVA, Roberto Valmir da. Tecnologias alternativas para aproveitamento de águas. Florianópolis: UFSC/CTC/ENS, 2005.

LIMA, J. E. F. W. Recursos hídricos no Brasil e no mundo. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2001.

OLIVEIRA, Luiz Fernando Coutinho de et al. Estimativa das equações de chuvas intensas para algumas localidades no estado de Goiás pelo método da desagregação de chuvas. 2000.

Ministério Do Meio Ambiente, (2019), Disponível: ><https://www.mma.gov.br/agua/recursos-hidricos/aguas-subterraneas/ciclo-hidrologico.html>< / acesso em 16 de novembro de 2019.

NBR, ABNT. 15527: Água de chuva–aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis–Requisitos. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro, p. 8, 2007.

NBR, ABNT. 10844: Instalações prediais de águas pluviais. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro, p. 8, 2007.

PEREIRA, L. R.; PASQUALETTO, A.; MINAMI, M. Y. M. Viabilidade econômico/ambiental da implantação de um sistema de captação e aproveitamento de água pluvial em edificação de 100m² de cobertura. Departamento de Engenharia, Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2008.

PHA2537 Água em ambientes urbanos.São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2015

PORTO, Mônica F.A & PORTO, Rubem La Laina. Gestão de bacias hidrográficas. Estudos avançados, scielo Brasil. São Paulo – SP, v 22, nº 63 p.43-60, 2008.

FILHO, Mário dos Anjos Neto, Master Ed, Revista UNINGÁ Review. Vol.24,n.2,pp.47-54 (Out - Dez 2015)

RILLO, J. Viabilidade Econômica do Reúso da Água na Construção Civil. Trabalho de Conclusão de Curso. São Paulo: Universidade Anhembi Morumbi, 2006.

PAIXÃO-SANTOS, J. da et al. Germinação in vitro de *Syngonanthus mucugensis* Giulietti. Sitientibus Série Ciências Biológicas, v. 3, n. 1, p. 571-589, 2003.

SINDICATO, DA HABITAÇÃO DO ESTADO DE. SÃO PAULO (SECOVI-SP). Estudo do Mercado Imobiliário de Piracicaba, 2016.

SOBRATEMA, Associação Brasileira de Tecnologia para Construção e Mineração, Disponível: ><https://www.sobratema.org.br/>< 02 de junho 2020.

SILVA, Danielle Ferreira. Ciclo hidrográfico planetário: abordagens e conceitos. *Geo Uerj*, v. 1, n. 21, p. 109-119, 2010.

SPEZZIO, A. et al. Consumo de água em canteiro de obras: gestão da demanda de água. PHA2537 Água em ambientes urbanos. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2015.

TOMAZ, Plínio. Aproveitamento de água de chuva de telhados em áreas urbanas para fins não potáveis: diretrizes básicas para um projeto. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DA CHUVA, v. 6, 2007.

TOMAZ, Plínio. Cálculos hidrológicos e hidráulicos para obras municipais. São Paulo: Navegar , p. 17-32, 2002.

TOMAZ, Plinio, Aproveitamento de água de chuva de telhados em áreas urbanas para fins não potáveis. São Paulo. Navegar Editora, 2003.