

**UNIVERSIDADE DOCTUM
DIONATHAN DO NASCIMENTO OLIVEIRA
MIRIANE JULIA MARTINS**

**ESTUDO DA VIABILIDADE DO SISTEMA DESVIADEIRO DE APROVEITAMENTO
DE ÁGUAS DA CHUVA IMPLANTADO EM UMA RESIDÊNCIA DE JUIZ DE FORA-
MG**

Juiz de Fora - MG
2020

**DIONATHAN DO NASCIMENTO OLIVEIRA
MIRIANE JULIA MARTINS**

**ESTUDO DA VIABILIDADE DO SISTEMA DESVIOUPE DE APROVEITAMENTO
DE ÁGUAS DA CHUVA IMPLANTADO EM UMA RESIDÊNCIA DE JUIZ DE FORA-
MG**

Monografia de Conclusão de Curso, apresentada ao curso de Engenharia Civil, Faculdade Doctum de Juiz de Fora, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof Ms. Ricardo Stahlschmidt
Pinto Silva

Juiz de Fora – MG
2020

Ficha Catalográfica elaborada pela Biblioteca Faculdade Doctum/JF

Oliveira, Dionathan do Nascimento e Martins, Miriane Julia.

Estudo da Viabilidade do Sistema DesviUFPE de Aproveitamento de Águas da Chuva Implantado em uma Residência de Juiz de Fora - MG / Dionathan do Nascimento Oliveira e Miriane Julia Martins - 2020.

65 folhas.

Monografia (Curso de Engenharia Civil) – Faculdade Doctum Juiz de Fora - MG.

1. Uso Racional de Recursos Hídricos. 2. Planejamento Urbano
I. Título. II Faculdade Doctum Juiz de Fora

DIONATHAN DO NASCIMENTO OLIVEIRA - MIRIANE JULIA MARTINS

**ESTUDO DA VIABILIDADE DO SISTEMA DESVIAFPE DE
APROVEITAMENTO DE ÁGUAS DA CHUVA IMPLANTADO EM UMA
RESIDENCIA DE JUIZ DE FORA - MG**

Monografia de Conclusão de Curso,
apresentada ao curso de Engenharia
Civil, Faculdade Doctum de Juiz de
Fora, como requisito parcial à
obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Civil e aprovado pela
seguinte banca examinadora.

Prof. Me. Ricardo Stahlschmidt Pinto Silva
Orientador e Docente da Faculdade Doctum - Unidade Juiz de Fora

Prof. Me. Henrique Guilherme David Zacarias
Docente da Faculdade Doctum - Unidade Juiz de Fora

Prof. Me. Flávio da Rocha Azevedoou
Docente da Faculdade Doctum - Unidade Juiz de Fora

Examinada em: 07 / 07 / 2020.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por nos amparar em momentos difíceis, dando-nos força para superar as dificuldades, mostrando os melhores caminhos nas horas incertas e suprimindo todas as nossas necessidades.

Às nossas famílias, que amamos muito, pelo carinho, paciência e incentivo, principalmente aos nossos pais, que estiveram o tempo todo do nosso lado, ajudando a superar essa fase de estudo e trabalho.

Ao orientador Ricardo Stahlschmidt, por sua ajuda nos momentos mais críticos deste trabalho, por acreditar e contribuir para o nosso crescimento profissional e por ser um exemplo a ser seguido. Sua participação foi fundamental para a realização deste trabalho.

Aos professores da Doctum, pelos conhecimentos ministrados, pelas correções e ensinamentos que nos permitiram apresentar um melhor desempenho no processo de formação profissional.

Aos nossos colegas de curso, com quem convivemos intensamente durante os últimos anos, pelo companheirismo e pela troca de experiências que nos permitiram crescer não só como pessoas, mas também como formandos.

RESUMO

Oliveira, Dionathan do Nascimento; Martins, Miriane Julia. **Estudo da viabilidade do Sistema DESVIUFPE de aproveitamento de água da chuva implantado em uma residência de Juiz de Fora – MG**. 65f. Monografia de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil). Faculdade Doctum de Juiz de Fora – MG, 2020.

Diante da escassez de água que afeta muitos países, a conscientização mundial tem sido um suporte para se buscar alternativas que minimizem essa situação. A captação de água de chuva através do Sistema DesviUFPE oferece suporte para transformar vidas, desde o árido/semiárido até a região urbana, adequando-se em casas, apartamentos, comércios, entre outros. Além de promover o reaproveitamento da água da chuva, com o sistema, diminui-se o fluxo das águas nas vias e no sistema de drenagem, reduzindo o volume de água pluvial que causa as enchentes. O presente estudo demonstra a viabilidade do Sistema DesviUFPE, instalado em uma residência na cidade de Juiz de Fora, Zona da Mata Mineira, com simplicidade, soluções seguras e práticas. Além de oferecer baixo custo de materiais e ser fácil o manuseio para sua instalação, também oferece vantagens econômicas, como retorno do investimento de sua instalação em determinado prazo, redução de despesas com empresas de saneamento, através da captação de água da chuva para uso não potável.

Palavras-chave: Captação pluvial; Sistema de aproveitamento de água; Economia; Sustentabilidade.

ABSTRACT

In view of the water scarcity that affects many countries, global awareness has been a support for seeking alternatives that minimize this situation. The capture of rainwater through the DesviUFPE System offers support to transform lives, from the arid / semi-arid to the urban region, adapting to houses, apartments, shops, among others. In addition to promoting the reuse of rainwater, with the system, the flow of water in the roads and in the drainage system is reduced, reducing the volume of rainwater that causes flooding. The present study demonstrates the feasibility of the DesviUFPE System, installed in a residence in the city of Juiz de Fora, Zona da Mata Mineira, with simplicity, safe and practical solutions. In addition to offering low cost of materials and being easy to handle for your installation, it also offers economic advantages, such as return on investment of your installation in a certain period, reduction of expenses with sanitation companies, through the capture of rainwater for non-potable use.

Keywords: Rainwater harvesting, water use system, economy, sustainability

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Ciclo hidrológico.....	17
Figura 2: Índice de Desenvolvimento Humano (IDH).....	21
Figura 3: Distribuição de água no planeta.....	22
Figura 4: Sistema de abastecimento de águas de Juiz de Fora.....	26
Figura 5: Precipitação no Estado de MG.....	28
Figura 6: Mini cisterna.....	31
Figura 7: Cisterna Vertical	32
Figura 8: Cisterna DesviUFPE.....	36
Figura 9: Descarte DesviUFPE.....	36
Figura 10: Cisterna com placa de concreto.....	37
Figura 11: Cisterna Caruaru- UFPE.....	37
Figura 12: Modelo DesviUFPE modificado para maior expansão – PE.....	38
Figura 13: DesviUFPE	38
Figura 14: Área de captação.....	39
Figura 15: Área total de captação.....	40
Figura 16: Tubos de PVC- UFPE.....	41
Figura 17: Recebimento da água da chuva para calha.....	45
Figura 18: Sistema de desvio implantado.....	46
Figura 19: Tubulações de PVC posteriores ao desvio de água da chuva.....	47
Figura 20: Sistema de desvio implantado - Montagem	47
Figura 21: Tubulação conectada à primeira caixa de água.....	48
Figura 22: Primeira caixa d'água com tela protetora da torneira.....	49
Figura 23: Conexão e filtro entre a primeira e segunda caixa de água.....	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Disponibilidade mundial de utilização de água anual em m ³ por habitante	23
Tabela 2 - Dados pluviométricos da cidade de JF – MG.....	44
Tabela 3 - Custos do sistema de desvio implantado.....	44
Tabela 4 - Dados das despesas mensais antes/após a instalação do DesviUFPE.....	52

LISTA DE SÍMBOLOS

W52 52 graus de Longitude Oeste

S23 23 graus de Latitude Sul

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas e Técnicas
ANA	Agência Nacional de Águas
CEDAE	Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro
CESAMA	Companhia de Saneamento Municipal
CEMADEM	Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais
ETA	Estação de Tratamento de Água
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IEPA	Instituto Ecológico e de Proteção aos Animais
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
PE	Pernambuco
SABESP	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
UNCTAD	Conferência das Nações Unidas para Comércio e Desenvolvimento

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
1.1.1 Objetivo geral.....	13
1.1.2 Objetivos específicos.....	14
1.2 Justificativa.....	14
1.3 Metodologia.....	15
2. REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1 Uso racional de recursos hídricos.....	17
2.2 Planejamento urbano.....	24
2.3 Saneamento.....	25
2.4 Drenagem urbana.....	27
2.5 Índice de precipitação.....	28
3. APROVEITAMENTO DAS ÁGUAS PLUVIAIS	30
4. LEGISLAÇÃO	33
5. SISTEMA DE APROVEITAMENTO DAS ÁGUAS PLUVIAIS – DesviUFPE	35
5.1 Área de captação da água da chuva.....	39
5.2 Sistema de descarte da primeira água.....	40
5.3 Instalação do desvio- desviUFPE.....	42
6. APRESENTAÇÃO DO SISTEMA EXISTENTE	43
6.1 Caracterização da residência.....	43
6.2 Localização.....	43
6.3 Dados pluviométricos da região.....	43
7. RESULTADOS E DISCUSSÕES	51
7.1 Análise técnica so Sistema DesviUFPE.....	51
7.2 Análise da viabilidade econômica.....	51
CONSIDERAÇÕES FINAIS	53
REFERÊNCIAS	54
ANEXOS	59

1. INTRODUÇÃO

A Terra é ocupada em maior proporção por água, sendo 97,5% de água salgada e 2,5% de água doce. A escassez de água potável afeta muitos países, o que se constitui como um problema que a cada dia tem aumentado por falta de conscientização mundial. Tal situação tem sido tema de discussão entre estudiosos, especialistas e ambientalistas que buscam soluções para amenizar essa depreciação ocasionada pelo homem ao meio.

O Brasil, país que possui uma das maiores reservas de água do mundo, foi surpreendido, em 2014, pela crise hídrica, que teve impactos significativos na região sudeste. Em 2020, notícias de nova crise hídrica retornam ao país, com racionamentos de água na região sul.

A escassez hídrica, ocasionada pela falta de conscientização do homem em seu bom convívio com o ecossistema, é agravada por ocupações urbanas em áreas irregulares, falta de saneamento, de urbanização adequada, de políticas ambientais que visem contribuir e promover uma tomada eficaz de ações para garantir a ocupação adequada do espaço urbano.

Assim, o presente estudo, de teor quantitativo (de cunho científico) e qualitativo (pesquisa de campo), tem como objeto um sistema de aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis, que minimiza o impacto sobre o sistema de drenagem, quando em pico da chuva: o sistema DesviUFPE, desenvolvido pela Universidade Federal de Pernambuco.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Analisar a viabilidade do sistema DesviUFPE de captação de águas pluviais implantado em uma residência em Juiz de Fora - MG.

1.1.2 Objetivos específicos

- Buscar referências bibliográficas sobre aproveitamento de água da chuva;
- Buscar descrever o sistema de aproveitamento de água da chuva implantado na residência;
- Averiguar o volume precipitado no período de estudo e o volume captado de água da chuva;
- Levantar o custo do sistema implantado;
- Levantar a economia de água;
- Fazer uma análise crítica do sistema implantado.

1.2 Justificativa

Desde o início dos tempos, os povos, para construir vilarejos, cidades, buscavam instalar-se próximos aos rios. Isso porque a facilidade de acesso à água sempre se constituiu como um facilitador de desenvolvimento agrícola, industrial e socioeconômico. Porém, com o passar dos anos, o aumento da densidade demográfica e a ocupação desordenada nas margens dos rios tiveram como consequência a degradação dos recursos hídricos.

A preservação do meio ambiente passou a ser foco de diversos debates e políticas ambientais na busca de ações que mobilizem e conscientizem a população quanto à emergente necessidade de mudança de hábitos, a fim de não mais interferir e depredar o curso natural do meio ambiente.

Os continentes já sofrem com redução em seus recursos hídricos, o que é agravado ainda mais com o crescente aumento da população mundial. O impacto contra o meio ambiente também retrata alteração do ecossistema aquático, bacia hidrográfica, aumento da temperatura, afetando a qualidade da água pluvial.

Com a ocupação urbana, além da presença de regiões com falta de planejamento, saneamento e urbanização, faz-se necessário implantar medidas preventivas e imediatas para minimizar a situação atual e investir a favor dos corpos hídricos do planeta.

1.3 Metodologia

Conforme descrito anteriormente, o objetivo deste trabalho foi analisar a viabilidade do Sistema DesviUFPE de captação de águas pluviais implantado em uma residência em Juiz de Fora - MG.

Para tal, iniciou-se o estudo com uma pesquisa bibliográfica sobre o uso racional dos recursos hídricos, sobre as vantagens de adoção de sistemas de captação de águas pluviais, como é o caso do Sistema DesviUFPE.

Dessa forma, com base em dados quantitativos sobre a cidade de Juiz de Fora, Zona da Mata, buscou-se levantar aspectos como planejamento urbano, saneamento, drenagem urbana, índice de precipitação e legislação. Foram mapeadas áreas de precipitação, a fim de que empresas, indústrias, serviços agrícolas, residências, entre outros, que façam uso do sistema de captação de águas pluviais, possam ter base de cálculo sobre a intensidade das precipitações trimestrais, principalmente no período de chuvas, entre novembro a março, demonstrando a economia gerada, apresentada por uma planilha de economia hídrica.

Além disso, procedeu-se a uma pesquisa qualitativa, baseada na instalação de um sistema de captação de águas da chuva DesviUFPE, para uso doméstico não potável, demonstrando a economia tanto em sua instalação quanto no valor na conta mensal de água.

O estudo comparativo foi realizado baseado em um projeto em uma residência de 70m² de área construída, numa área de 180m², na cidade de Juiz de Fora – MG. Para efeitos acadêmicos, foram coletados dados informativos quanto à precipitação, através de site do Instituto Nacional de Meteorologia INMET, nessa localidade. Assim, também foram levantados os valores de contas de água informados pelos moradores da residência em questão.

O dimensionamento dos materiais do DesviUFPE e custos foram baseados em estudos fornecidos pela Universidade Federal de Pernambuco. Todavia, faz-se importante mencionar que, na residência em questão, foram realizadas algumas alterações na instalação do sistema realizadas pelo morador, em decorrência da distância para adaptação de canos, número de caixas de água, materiais utilizados e filtro.

Assim, este texto, além deste capítulo introdutório, contém outros seis capítulos. No capítulo 2, procede-se a exposição do referencial teórico do trabalho, enfocando a crise mundial de água doce e as previsões de maior agravamento da situação, podendo levar a uma “guerra eminente da água”, devido às ações insustentáveis do homem e à falta de políticas governamentais e conscientização para a recuperação dos recursos naturais. Além disso, traz uma breve apresentação da cidade de Juiz de Fora, Minas Gerais, com relação ao planejamento urbano, saneamento, drenagem urbana e índice de precipitação. O capítulo subsequente trata do aproveitamento de águas pluviais em várias áreas. O capítulo 4 procede a uma exposição das legislações que definem a qualidade de água e da Lei Ordinária nº 13662 2018, que institui a Política Municipal de Captação de águas e normas para reutilização de água de chuva no Município de Juiz de Fora. O quinto capítulo apresenta o sistema DesviUFPE, desenvolvido pela Universidade Federal de Pernambuco. O capítulo 6 detalha o sistema de captação de água de chuva DesviUFPE, instalado em uma residência na cidade de Juiz de Fora, apresentando as vantagens, a simplicidade do projeto, da montagem, custo e manuseio. O capítulo 7 descreve os resultados obtidos, com a instalação do sistema de captação da água de chuva na residência objeto de estudo deste trabalho, com análise técnica do sistema implantado e análise da viabilidade econômica desse sistema implantado no meio urbano.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Uso racional de recursos hídricos

Como fator de maior grandeza, a água é um bem responsável pela vida no planeta. Além de geradora e mantenedora da preservação ambiental, tem também fundamental participação no desenvolvimento dos aspectos socioeconômicos.

Na concepção de Telles & Costa (2007, p.2), a água, por ser um fluido vital para todos os seres vivos, é essencial para consumo humano e para o desenvolvimento de atividades industriais e agropecuárias, caracterizando-se, dessa forma, como bem de importância global, responsável por aspectos ambientais, financeiros, econômicos, sociais e de mercado.

O ciclo hidrológico é responsável pela transformação da água em seus estados líquido, sólido e gasoso.

Figura 1 - Ciclo hidrológico



Fonte: <http://ga.water.usgs.gov/>

O processo conta com o aquecimento do sol que emana a energia aos rios e mares que aquecem e evaporam, de acordo com a temperatura ambiente. Em uma superfície mais extensa de água, como mares ou florestas (evapotranspiração), será maior a evaporação. Quando essa evaporação se

encontra com as camadas mais frias da atmosfera, transforma-se em estado líquido (condensação), as gotas de água (ou cristais de gelo) se aglutinam, tornando-se nuvens. Essa concentração é mantida na atmosfera através de ventos ascendentes. Quando as nuvens se encontram pesadas de água, caem em forma de chuvas (precipitação). Uma parte cai no solo, formando os lençóis subterrâneos ou freáticos (infiltração), indo para rios e mares (escoamento), parte permanece e parte retorna à atmosfera, enquanto que, nas regiões mais frias, caem em forma de nevascas. Parte das águas que se infiltram no solo são absorvidas pelas plantas, outra parte se encaminha para os lençóis freáticos que oferecem os poços artesianos. Parte da água que cai em lugares com maior dificuldade de absorção, como em cidades, provocam enchentes e alimentam rios e lagos. Esse ciclo, que determina a variação climática, mantém a vida no planeta.

Com o crescimento das cidades e remoção das árvores, ocorreu a redução da retenção da água da chuva, ocasionando um impacto com o excesso de águas pluviais que contribuem para o surgimento das enchentes. A retenção das águas em reservatórios domiciliares pode amenizar esse impacto.

A água, em comparação ao espaço terrestre do planeta, existe em maior proporção, envolvendo toda a constituição de vida e superfície terrestre. Libânio (2005) destaca que a água ocupa, aproximadamente, 75% da superfície da Terra, é constituinte inorgânico mais abundante na matéria viva, integrando aproximadamente dois terços do corpo humano. Constitui-se também como solvente universal da maioria das substâncias, modificando-as e modificando-se em função destas.

Telles e Costa (2007) afirmam que, embora a Terra tenha sua área predominantemente ocupada por água, a maior parcela desse volume é de água salgada e uma mínima parte de água doce. A grande dificuldade para o aproveitamento dessa água é sua distribuição geográfica, uma vez que a quantidade relativa à água doce, em sua maior proporção, se encontra nas calotas polares e geleiras, locais de difícil acesso.

A atenção priorizada ao desenvolvimento sustentável é de importância mundial, visto que a questão da escassez de água nos continentes é fator de preocupação, que requer a conscientização das novas gerações, políticas

governamentais e ações sociais que gerem projetos e a retomada da recuperação dos recursos naturais.

Assim, com relação à necessidade de ações que visem modificar essa realidade, registram-se situações em vários estados brasileiros que merecem emergente atenção.

Especialistas do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN) afirmam que, devido à crise hídrica, em 2020, 386 cidades, no Rio Grande do Sul, declararam estado de emergência, junto com mais 60 cidades em Santa Catarina. O nível de chuva teve uma baixa, nesse ano, no Rio de Janeiro, por influência da chamada alta pressão, o que pode ser comprovado pelos índices da Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro (CEDAE) (UOL NOTÍCIAS, 2020).

A crise hídrica de 2014, enfrentada pelo Brasil, marcou esse período e tende a alarmar novas previsões para o país, em especial para a região sudeste, devido ao baixo índice de chuva, como é apontado pela reportagem de *Deustch Welle*.

Com relação à São Paulo, o índice de chuva esperado para março seria de 178,8mm, porém, em 2020, choveu 88,6mm, quase metade do previsto. Em abril, o esperado seria de 86,6mm e foram 2,2mm de chuva. Em maio, do índice previsto de 77,2mm, precipitaram 11,5mm apenas. Apesar de o reservatório do Cantareira apresentar níveis estáveis, a previsão é de redução à proporção de 2014, como também pode ocorrer no Paraná (UOL NOTÍCIAS, 2020).

O cenário de estiagem na região sul do país tem sido abordado por Vicente Andreu, ex-presidente da Agência Nacional de Águas (ANA), junto à DW Brasil, dizendo que o problema tem afetado com maior veemência os setores que dependem das águas nesses estados e, sobretudo, no Paraná, a agricultura e usinas hidrelétricas. “São regiões que têm seca com frequência. E com o atual contexto de mudanças climáticas, esses fenômenos têm sido extremos” pontua. (UOL NOTÍCIAS, 2020, s/p.).

O geógrafo Luiz de Campos Júnior argumenta que, embora a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - Sabesp - acredite estar São Paulo sob controle, tem sofrido críticas. Isso porque especialistas relatam que os sistemas de abastecimento preocupam-se com o tratamento e distribuição da água, ao invés de olhar a produção de água, através da conservação dos lençóis

freáticos, diminuição da erosão no entorno dos rios e reservatórios (UOL NOTÍCIAS, 2020).

Conforme aponta Edison Veiga, no Uol Notícias, o pesquisador norte-americano Seth M. Siegel, escritor do livro “Faça-se a Água”, já advertira que “o risco de escassez hídrica no Brasil é real”. “Como se sabe o quão ruim uma seca pode se tornar, todo governo responsável deve assumir que uma escassez de água ocorrerá e, portanto, se preparar para ela”, comenta. “Infelizmente, assim que uma crise passa, com um ou dois anos de chuva, os governos tendem a ignorar a questão, direcionando foco e financiamento em outros setores” (UOL NOTÍCIAS, 2020, s/p.).

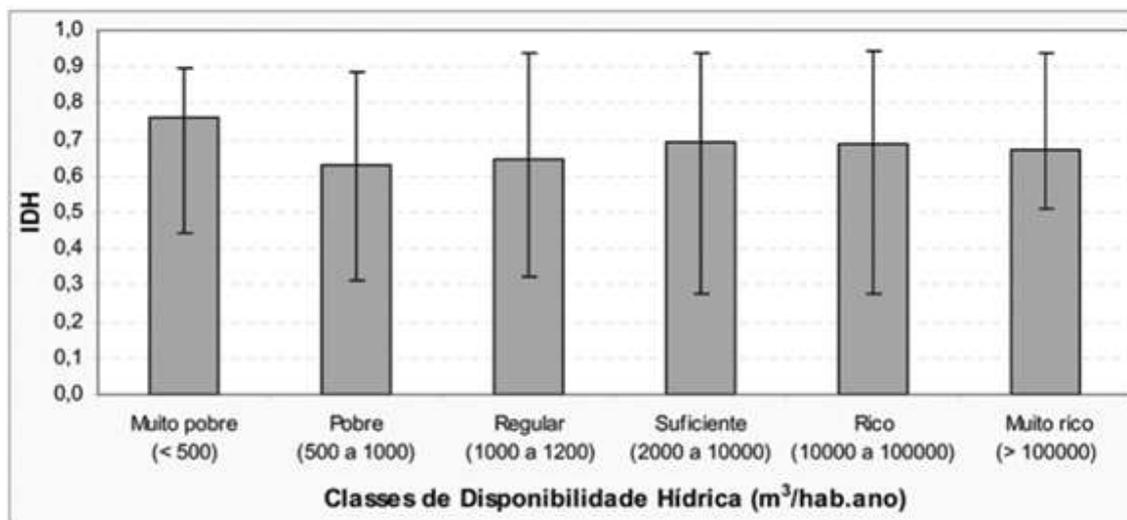
“As companhias vão pegar água longe e nada fazem para recuperar os rios da cidade. Temos muita água aqui. Precisamos cuidar de nossos recursos hídricos em nosso quintal”, cobra o ativista ambiental Adriano Sampaio, do projeto Existe Água em São Paulo (UOL NOTÍCIAS, 2020, s/p.).

Siegel tem opinião semelhante: “O Brasil é um país de potencial ilimitado. Tem uma população inteligente e empreendedora em um país bonito, repleto de enormes recursos. Uma das coisas que podem impedir o Brasil de alcançar seu potencial é uma falha na proteção de seus recursos hídricos”. (UOL NOTÍCIAS, 2020, s/p.).

Siegel recorda que há pesquisas indicando que o aumento do desmatamento na Amazônia tem influenciado os padrões de chuva, prolongando e intensificando as estiagens (UOL NOTÍCIAS, 2020).

De acordo com o índice de Desenvolvimento Humano, regiões urbanizadas podem sofrer impactos pela falta de água, sendo agravadas as que possuem maior contingente demográfico e menor disponibilidade hídrica.

Figura 2 – Índice de Desenvolvimento Humano (IDH)



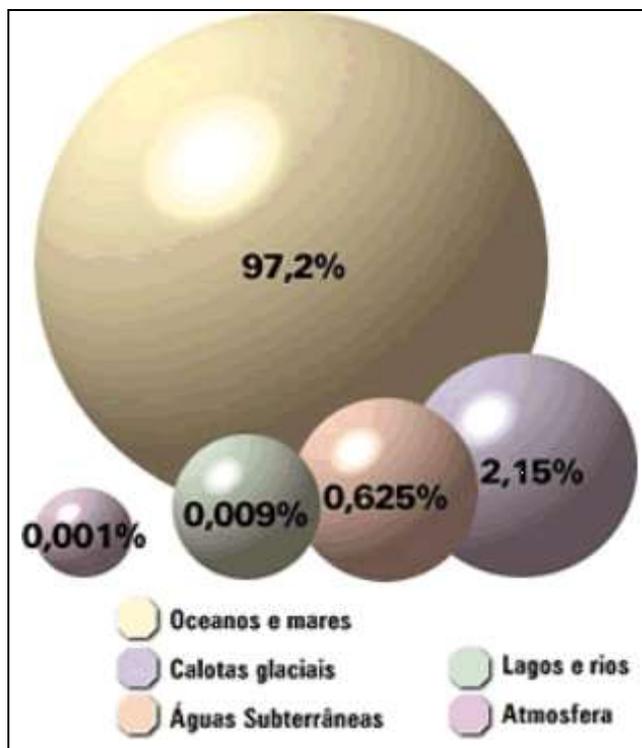
Fonte: FAO (2003), UNDP (2002)

Assim, torna-se necessário que haja mobilização da população com políticas concisas em prol da preservação do meio ambiente, dos recursos hídricos, implementando mecanismos de sustentabilidade que possam favorecer a vida no planeta.

Segundo Rebouças (1999 apud TELLES; COSTA, 2007, p.2):

A superfície terrestre, ao receber a precipitação pluvial interage com o solo através da infiltração, do escoamento superficial e da percolação. Estes contribuem para as recargas hídricas, tanto em forma de alimentação dos fluxos de água subterrâneos como em descargas nos reservatórios superficiais, além da umidade dos solos e da atmosfera. Considera-se, atualmente, que a quantidade total de água na Terra seja de 1.386 milhões de km³, onde somente 2,5 % constituem de água doce. Esse volume tem permanecido aproximadamente constante durante os últimos 500 milhões de anos. Vale ressaltar, todavia, que as quantidades estocadas nos diferentes reservatórios individuais da Terra variaram substancialmente ao longo desse período.

Figura 03 – Distribuição de água no planeta



Fonte: lepa. ap.gov (2006).

Com o crescimento populacional e o uso desordenado dos recursos hídricos, iniciou-se o processo de deterioração do meio ambiente. O desenvolvimento sustentável implica a necessidade de ações que visem gerar cuidados na redução dos impactos ambientais.

Quando em abundância, a água pode ser tratada sem valor econômico, entretanto, quando escapa, devido ao crescimento da demanda, a mesma passa a ser vista com valor econômico (BRAGA et al, 2002).

A partir de pesquisas e informativos, ambientalistas e estudiosos têm alertado com relação aos problemas de escassez de água, temendo que isso venha a se agravar e atingir a subsistência do planeta. De acordo com Rebouças (1999 apud TELLES; COSTA, 2007), a disponibilidade hídrica vem chamando a atenção dos especialistas e estudiosos para a “crise da água”, principalmente porque, estatisticamente, é possível que esse volume se esgote em 30 ou 40 anos, com base numa população mundial de 5 a 6 bilhões de habitantes, conforme mostra a comparação feita na tabela 1.

Tabela 1 - Disponibilidade mundial de utilização de água anual em m³ por habitante

<i>Região</i>	<i>1950</i>	<i>1960</i>	<i>1970</i>	<i>1980</i>	<i>2000</i>
<i>África</i>	20,6	16,5	12,7	9,4	5,1
<i>Ásia</i>	9,6	7,9	6,1	5,1	3,3
<i>América Latina</i>	105,0	80,2	61,7	48,8	28,3
<i>Europa</i>	5,9	5,4	4,9	4,4	4,1
<i>América do Norte</i>	37,2	30,2	25,2	21,3	17,5
TOTAL	178,3	140,2	110,6	89	58,3

Fonte: Universidade das Águas- Águas no Planeta (2001 apud Telles & Costa, 2007, p.04).

Dessa forma, de acordo com os dados da tabela, pode-se verificar a escassez progressiva de recursos hídricos existente entre os continentes desde a década de 1950 ao ano de 2000, com agravação da situação nas regiões com maior índice populacional.

A escassez de água no Brasil, como em outras partes do mundo, é fruto da ação provocada pelo homem, gerando a falta de qualidade de vida, poluição, crise sociocultural e ações insustentáveis à preservação e captação de água. De acordo com Telles e Costa (2007), no Brasil, as dificuldades hídricas evidenciadas decorrem dos problemas ambientais e socioculturais refletidos por inadequadas condições de uso tanto na captação de água quanto na ocupação do solo.

Os desmatamentos, os reservatórios que ocasionam os vapores atmosféricos, as queimadas, os ciclos hidrológicos com suas características naturais e outros ocasionam mudanças nas precipitações, provocando variações nas disponibilidades de água e fatores que contribuem para desequilibrar o meio ambiente e todo o planejamento das cidades.

2.2 Planejamento urbano

Nem sempre é possível que uma ação planejada seja concluída no tempo esperado e de forma eficiente, vez que podem surgir obstáculos, transformações que geram condições adversas, nem sempre sob controle. A cidade de Juiz de Fora, nos últimos anos, passou por situações delicadas no que tange a frequência e intensidade da chuva. Em 2014, o índice baixo de chuvas levou a uma crise hídrica na cidade. Na virada de 2018/ 2019, um forte volume de chuvas causou a inundação de vários bairros, entre eles, Linhares e Vitorino Braga. Em fevereiro/2020, chuvas intensas voltaram a ocorrer na região. Essas recentes ocorrências demonstram a necessidade de se planejar a cidade.

As chuvas de 2020 causaram menos impactos em Juiz de Fora do que em outras cidades de Minas Gerais. Um dos motivos foi a existência da barragem de Chapéu d'Uvas, uma barragem de controle de cheias.

Em relação às cheias, Brasil (2013) esclarece que, como influência das aglomerações urbanas, os rios sofreram transformações, diante da necessidade de urbanização. Assim, buscou-se “domesticar” a paisagem natural, não a adequando como elemento natural.

Por outro lado, o crescimento de uma cidade, mesmo que realizado timidamente, acaba por se perder, devido às construções e loteamentos que muitas vezes não passam por devidas fiscalizações, já que parte da população constrói em áreas de risco.

Logo, entende-se que há uma estreita relação entre a atuação antrópica e a paisagem cuja evolução está interligada com as consequências da intervenção humana, estando em contínuo processo de modificação – seja essa paisagem natural ou construída (BRASIL, 2013).

Ao longo dos anos, é difícil não salientar os problemas históricos e regionais que se agravam diante do crescimento e distribuição da população. As palavras de Tucci (2003) vão ao encontro dessa questão, ao observar que os impactos gerados dentro da cidade atingem a própria população, salientando a necessidade de envolver medidas relacionadas à legislação municipal e ações estruturais específicas para estabelecer um controle desses impactos.

Diante de todas os planos de governo que busquem gerar uma unificação entre os bairros, sempre haverá questões a serem debatidas, visto que os

problemas existem e são diferentes, dada a uma diversidade cultural, social e econômica.

2.3 Saneamento

O serviço de coleta de esgoto da cidade de Juiz de Fora atende a 98% da população urbana, num total de 111.084 ligações e 196.608 economias, sendo 88,5% residenciais, 10,7% comerciais, 0,3% industriais e o 0,5% públicas. O sistema coletor de esgoto é composto de 659 km de redes (CESAMA, 2020).

O Censo 2010 demonstrou que 98% dos domicílios da cidade de Juiz de Fora (MG) são ligados à rede de abastecimento de água, número superior ao encontrado pelo censo anterior (78%). Essa informação demonstra que aumentou a quantidade de famílias que recebem água tratada diretamente em suas casas da cidade de Juiz de Fora, MG, conforme dados acessados em 15/05/2020 (CENSO, 2010).

A CESAMA, que constrói uma história com trabalhos e realizações, é a empresa responsável pela gestão do sistema de abastecimento de água de Juiz de Fora e pela coleta e destinação do esgoto de uma população urbana de mais de 568.000 mil habitantes (IBGE, 2020). Para atender à população urbana de Juiz de Fora, conta com quatro mananciais: represas de Chapéu d'Uvas, Doutor João Penido, São Pedro e Ribeirão do Espírito Santo.

Composta por mais de 17 quilômetros de tubulação, a adutora de Chapéu d'Uvas foi inaugurada em agosto de 2014, saindo da barragem até chegar à Estação de Tratamento de água Walfrido Machado Mendonça (ETA CDI), onde a água é tratada e distribuída. A adutora tem capacidade de adicionar até 900 litros de água por segundo ao sistema da cidade. Atualmente, a Represa de Chapéu d'Uvas é responsável pelo abastecimento de cerca de 40% do município. (CESAMA, 2020)

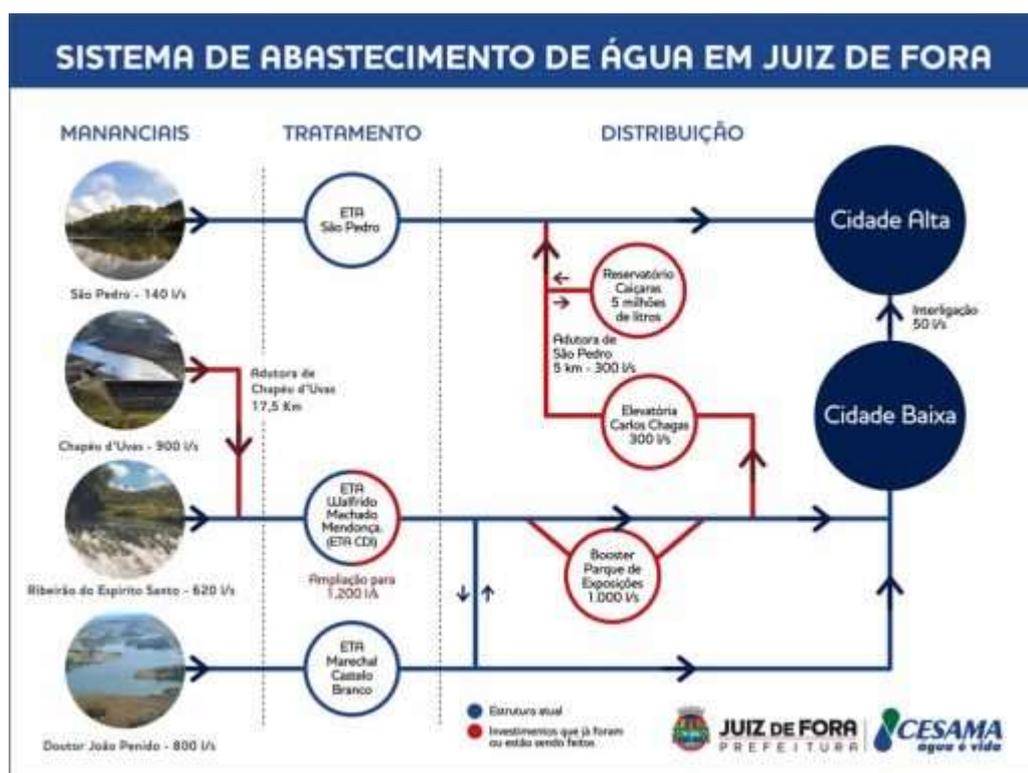
A Represa Dr. João Penido abastece cerca de 30% da cidade. A área da bacia de contribuição é de 68km² e o volume armazenado de água no reservatório é de aproximadamente 16 bilhões de litros. A vazão regularizada da represa possui capacidade para até 800 litros por segundo (CESAMA, 2020).

A Represa de São Pedro, Estação de Tratamento de Água (ETA) instalada no local, produz cerca de 120 litros de água por segundo, variando de acordo com o seu nível. Esse manancial abastece cerca de 8% do município (CESAMA, 2020).

O Ribeirão do Espírito Santo tem 17 km de extensão. A bacia tem como principal uso o abastecimento de água potável para a população de Juiz de Fora, além do consumo para uso industrial e, com menor aproveitamento dos recursos hídricos, as atividades de irrigação de pequenas culturas e poucas atividades agropecuárias.

Atualmente, a capacidade de produção de água da cidade é aproximadamente cerca de 1.500 litros por segundo, proveniente desses quatro mananciais, compostos pela represa de Chapéu d'Uvas, João Penido e São Pedro e pelo Ribeirão Espírito Santo, conforme apresentado na figura 4.

Figura 4 - Sistema de abastecimento de águas de Juiz de Fora



Fonte: CESAMA (2020)

Além do tratamento convencional, que segue os padrões estabelecidos pelo Ministério da Saúde (Portaria nº 2914/2011) e pela Organização Mundial da Saúde, a água fornecida a população de Juiz de Fora é fluoretada.

Com o objetivo de melhorar ainda mais a qualidade da água servida à população, a CESAMA está desenvolvendo um sistema automatizado de dosagem de produtos químicos e análise de água. Através de computadores será possível saber, com exatidão, a quantidade necessária de produtos químicos a serem utilizados no tratamento. Esses equipamentos também registrarão os índices de PH e turbidez da água. A CESAMA pretende adotar esse sistema nas ETAs da cidade, pois, além de garantir a qualidade da água, reduz-se o custo do tratamento, por não haver desperdício de produtos químicos.

2.4 Drenagem urbana

Baseado na disposição da necessária mudança de atitudes com relação ao uso sustentável de recursos hídricos, existem outras intervenções de drenagem, além do reuso, que precisam ser pensadas de modo a minimizar os impactos sobre o sistema de drenagem da cidade.

O reuso de água, ainda por muitos considerado uma opção desnecessária, é uma alternativa que precisa ser adequada à população, devido à necessidade de investimento no uso consciente da água.

O uso planejado de águas residuárias implica necessidade menor de captação dos recursos hídricos primários e de geração de efluentes, constituindo-se, portanto, em estratégia eficaz para a conservação desse recurso natural, em seus aspectos qualitativos e quantitativos. (MEDEIROS et al., 2007, p. 190).

Muitas coletas de água feitas em nascentes, em rios, em mares, captações pluviais, geleiras, entre outros, terão uma finalidade apropriada à sua natureza, pois são indicadas classificações da pureza da água para determinada finalidade. Telles e Costa (2007) ressaltam que, se o critério de qualidade da água está diretamente relacionando à sua finalidade (consumo doméstico, industrial, agropecuário, recreação, transporte e outros), para a água de reuso, adota-se o mesmo princípio.

A captação de águas de chuvas pode ser utilizada para vários fins, como uso potável ou não potável, desde que obedeça a orientação das legislações afins. Além da otimização de despesas com água pública, a captação de águas pluviais, entre outros benefícios, contribui com a redução do encaminhamento

da água de chuvas por entre galerias, córregos e rios, intimidando as enchentes em tempo de chuvas.

2.5 Índice de precipitação

A precipitação atmosférica se origina através do ar quente e úmido, que, ao se elevar, obtém uma saturação. Villela e Mattos (1975) declaram que uma parte desse vapor se condensa em aerossóis de gotículas de água formando as nuvens mantidas suspensas por turbulências ou correntes de ar. Assim, as precipitações se formam a partir da queda dessas gotas de encontro ao solo.

Figura 05 - Precipitação no estado de MG



Fonte: Retirada da página do INMET (2015)

A região da cidade de Juiz de Fora, MG, figura 05, é analisada através do aplicativo disponível em www.inmet.gov.br>climatologia>faixa normal da precipitação trimestral, pelo qual se informam os limites do tercil médio (faixa normal) da distribuição climatológica de precipitação trimestral.

O aplicativo informa sobre as 706 estações meteorológicas do INMET, das quais 290 são estações convencionais (balões azuis) e 416 estações automáticas (balões vermelhos), além de mais de 696 pontos de grade (balões

verdes) que correspondem às estações virtuais do Sistema Sisdagro. As identificações dessas estações virtuais são feitas por códigos do tipo “W52523” (no exemplo, W52 indica 52 graus de Longitude Oeste e S23 indica 23 graus de Latitude Sul). Assim, empresas, indústrias, serviços agrícolas, entre outros, que utilizem do sistema de captação da água de chuva, podem ter, como base de cálculo, a intensidade de precipitações trimestrais, proporcionando uma planilha de economia hídrica e vazões de consumo na região em questão, cidade de Juiz de Fora, Minas Gerais.

O prognóstico climático sazonal de precipitação é usualmente expresso pelas probabilidades de que a chuva acumulada dos próximos três meses, em uma determinada região, se situe “abaixo da faixa normal”, “na faixa normal”, ou “acima da faixa normal” (INMET, 2005, s/p.).

3. APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS

As águas pluviais, também consideradas por Otterpohl (2001), por águas cinzas, possuem, após o devido manuseio, grande capacidade de oferta para fins não potáveis. Podem ser utilizadas em áreas habitacionais, comércios e indústrias, condomínios, entre outros, sem ocasionar risco ao contato humano, em atividades como lavagens de pisos, carros, calçadas, descarga de sanitários, irrigação de canteiros e jardins.

A captação e o armazenamento da água da chuva são uma ação já utilizada há séculos. Neto (2013) ressalta que sua prática, embora ainda incipiente, tem ganhado seguidores mundiais. Todavia, nas cidades de porte médio e grande, a captação da água da chuva ainda é desprezada.

No ciclo hidrológico, o processo de destilação natural torna a água pluvial bastante pura ao se condensar. No entanto, os componentes atmosféricos, assim como a carga poluidora decorrente dos grandes centros urbanos e polos industriais, alteram a sua composição (LUNA et al., 2014). Baseado nessa situação, o procedimento de utilização da água captada de chuva deve seguir um tratamento, conforme exigência de pureza. Fendrich (2002) cita Groups Raindrops (1995), que alerta que as tubulações de águas pluviais não devem conter ligações com as de água tratada (rede pública), evitando, assim, uma possível contaminação. Ainda sobre os poluentes da água captada de chuva, Fendrich (2002) recomenda que seja feita a remoção desses poluentes, através de tela filtrante ou outros, de forma que não alcance o reservatório. Ele completa, destacando que isso deve ser feito de modo a descartar as primeiras águas, que são mais sujas devido ao carreamento das impurezas presentes nos telhados. Segundo o Manual de Conservação e Reuso da água (SINDUSCON, 2005), para uso de água não potável, as exigências mínimas para água de irrigação, rega de jardim, lavagem de pisos são que a mesma: não deve apresentar mau cheiro; não deve conter componentes que agriçam as plantas ou estimulem o surgimento de pragas; não seja abrasiva e também que manche superfície ou cause infecções por vírus ou bactérias prejudiciais à saúde humana. Ainda, de acordo com o Manual de Conservação e Reuso da água, para a lavagem de roupas, a água deve se manter incolor, não sendo turva, nem apresentar mau

cheiro, nem causar infecções ou contaminação por vírus ou bactérias, além de se preservar livre de algumas partículas sólidas e metais.

Figura 6 - Mini cisterna



Fonte: www.sempresustentavel.com.br (2018)

A figura nº 06 apresenta a imagem de um projeto da tecnologia básica de uma mini cisterna Bahia, BA.

A cisterna vertical modular (figura 07), modelo oferecido pela empresa Tecnotri (BA), apresenta um valor mais elevado, em comparação a outros sistemas de captação de águas da chuva.

Figura 07- Cisterna vertical



Fonte: <http://useaguadachuva.com> (2016)

4. LEGISLAÇÃO

No Brasil, os padrões de potabilidade são definidos pelo Ministério da Saúde, pela Portaria nº 2914, de 12 de dezembro de 2011, publicada em 14 de dezembro de 2011.

De acordo com as afirmações de Telles e Costa (2007, p. 97), o tratamento do efluente deverá atender a legislação (Resolução do CONAMA nº. 357/2005) que define a qualidade de águas em função do uso a que está sujeito.

Em Juiz de Fora, MG, cidade onde está locado o projeto deste estudo, foi promulgada a lei Ordinária nº 13662/2018, que institui a Política Municipal de Captação de águas e normas para reutilização de água de chuva no Município de Juiz de Fora. Nessa legislação, ficam estabelecidas normas para a reutilização de água.

Art.2º Para os fins dessa Lei, considera-se: I – água potável destinada ao consumo humano, cujos padrões microbiológicos, físicos, químicos e radioativos atendem ao padrão de potabilidade, não oferecendo riscos à saúde; II – extravasor: dispositivo que aciona e controla o escoamento de água; III – cisterna: é um reservatório de água; IV – Rede Pública de Abastecimentos: o conjunto de atividades, instalações e equipamentos destinados a fornecer água potável para a comunidade.

Art. 3º Torna obrigatória a construção de um sistema de captação de água de chuva dos telhados e coberturas nas novas edificações com área de cobertura ou telhado total no terreno, igual ou superior a 120 (cento e vinte) metros quadrados. Parágrafo único. Quando tratar-se de acréscimo ou modificação de prédio existente, aplica-se esta norma desde que tecnicamente viável sua implantação (JUIZ DE FORA, 2018).

Com relação à adoção de critérios para armazenamento de água, o Art.5º dispõe em relação à área de cobertura ou telhado utilizado de base aos reservatórios, estabelecendo as exigências de volume mínimo para áreas de cobertura entre 120 m² (cento e vinte) e 180 m² (cento e oitenta) metros quadrados por reservatórios de 250 (duzentos e cinquenta) litros de volume mínimo de armazenagem. Nesse caso, a área de cobertura do presente estudo, que dispõe de 70 m² (setenta) e o reservatório de 1.500 (mil e quinhentos) litros adotado, atende com folga a essa legislação.

De acordo com as normas do Art. 6º, a água armazenada deverá ser de uso não potável, sem precisar de tratamento, o que permite o seu uso para: “a) irrigação de hortas e jardins; b) descarga de bacias sanitárias; c) lavagem de pátios e veículos; d) lavagem de vidros, calçadas e pisos; e) lavagem de maquinários”.

A lei apresenta outras considerações sobre o sistema de captação da água da chuva:

Art. 7º A instalação de reservatório destinada à captação da água de chuva poderá ser executado subterrâneo, ao nível do terreno ou elevado. § 1º Quando instalado ao nível do terreno ou elevado, a ocupação não será computada para efeito de taxa de ocupação ou coeficiente de aproveitamento.

(...)Art.8º A concessão do habite-se para os projetos de construções aprovados após a vigência desta Lei, fica condicionada à comprovação do cumprimento no disposto nesta Lei.

Art.9º Esta Lei Complementar entra em vigor na data de sua publicação. Paço da Prefeitura de Juiz de Fora, 25 de setembro de 2015 (JUIZ DE FORA, 2018).

Essa legislação se encontra na íntegra no anexo deste trabalho, para quaisquer dúvidas.

5. SISTEMA DE APROVEITAMENTO DAS ÁGUAS PLUVIAIS - DesviUFPE

Neste capítulo, iremos apresentar o sistema DesviUFPE, desenvolvido pela Universidade Federal de Pernambuco, e aplicado em Juiz de Fora, na residência objeto de estudo deste trabalho.

O sistema de reaproveitamento das águas pluviais pode ser implantado em residências domésticas, construções lineares, pavimentos em vários andares, oferecendo uma maior captação de água, com facilidade de manutenção e garantia do sistema, podendo também integrar sistemas de água potável, com tratamento específico que permita seu consumo.

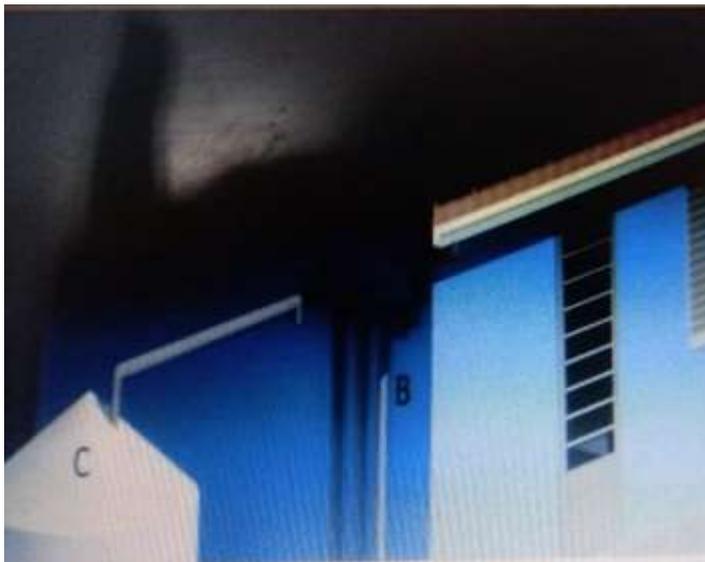
Com base nas informações, definições e características, o sistema foi realizado com objetivo de utilizar a água para limpeza de pisos, varandas, descarga de vaso sanitário, lavagem de roupas e calçados, além de regar as plantas.

Um grupo de pesquisadores da Universidade Federal de Pernambuco, do campus de Caruaru, desenvolveu um dispositivo para desviar as primeiras águas de chuva, denominado DesviUFPE (LIMA et al.,2011). O DesviUFPE possui 32 (trinta e dois) tubos de PVC, com mecanismos que permitem com que a água da chuva seja deslocada automaticamente para esse desvio, eliminando a parte com impurezas, através de uma descarga hidráulica.

Definido o modelo de captação de águas pluviais, baseado em linhas mais simples, com filtros de descida e caixa de água acima do nível do solo, o valor da instalação fica em torno de R\$ 300 (trezentos reais), dependendo da região.

Após a lavagem do telhado pela chuva, os resíduos são direcionados aos tubos verticais (figura 9). Após estes estarem completamente cheios de água é que as seguintes águas da chuva, mais purificadas, se encaminham para a cisterna (figura 10). A figura 8 apresenta a instalação do desvio das primeiras águas de chuva (DesviUFPE), com dispositivo do desvio em PVC e a cisterna.

Figura 8 - Cistena DesviUFPE



Fonte: Universidade Federal de Pernambuco, DesviUFPE (2017)

A figura nº 9 é representada por dutos de igual tamanhos, de acordo com a altura da parede.

Figura 9 - Descarte DesviUFPE



Fonte: Universidade Federal de Pernambuco, DesviUFPE (2017)

Figura 10 - Cisterna com placa de concreto



Fonte: Universidade Federal de Pernambuco (2017)

Figura 11 - Cisterna Caruaru- UFPE



Fonte: Universidade Federal de Pernambuco (2017)

As figuras nº 10 e nº 11 representam 2 (duas) residências na zona rural de Caruaru, PE, ambas com cisternas de placas de concreto, na função de armazenamento de água, com descarte das primeiras águas de chuva através do sistema DesviUFPE.

Figura 12 - Modelo DesviUFPE modificado para maior expansão- PE



Fonte: <https://www.ufpe.br/> (2019)

O dispositivo do DesviUFPE sofreu modificação (figura 12). Conforme modelo de implantação do sistema de uma residência em Pernambuco (PE), (DESVIUFPE, 2019), quanto mais a água sofre pressão para cima, mais pura ela se torna, após preencher os canos e se direcionar a um duto que a leva ao reservatório.

Figura 13 - DesviUFPE



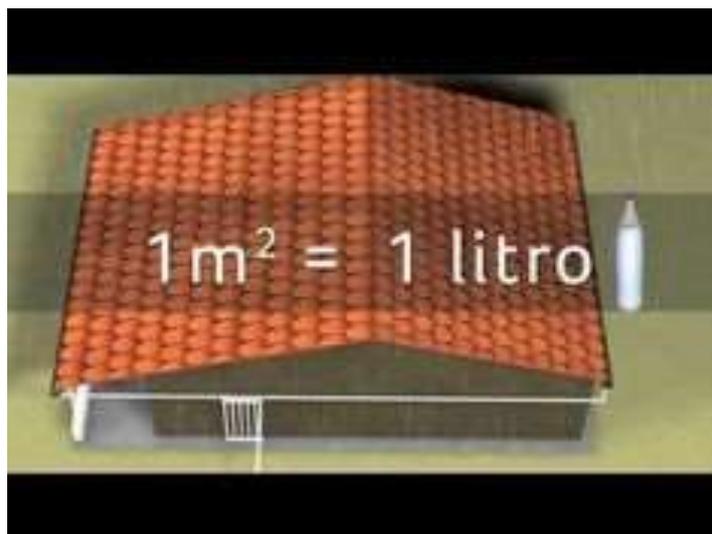
Fonte: Universidade Federal de Pernambuco, DesviUFPE (2017)

O sistema DesviUFPE (figura 13) é um dispositivo que separa as impurezas vindas com a água captada, através da dinâmica de seu movimento, encaminhando a água diretamente para a cisterna sem utilizar filtro. A água armazenada na cisterna é retirada pelos moradores através de torneira, sem dispositivos de bombeamento ou retorno para a residência.

5.1 Área de captação da água da chuva

Por ser a área de captação o primeiro contato da água da chuva, deve, portanto, ser constituída de material impermeável, a fim de evitar perdas por absorção ou evaporação, como também auxiliar no processo de limpeza. (LOPES, 2012).

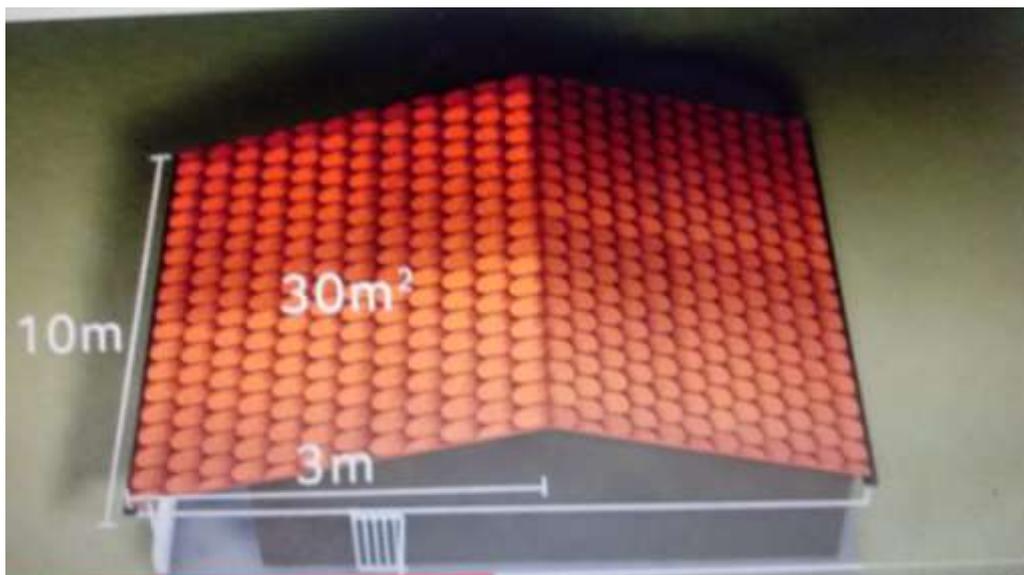
Figura 14- Área de captação



Fonte: <https://www.ufpe.br/>

Para cada 1 m² de área de captação, é preciso desviar 1 litro de água de chuva. Isso significa que, em 60 m², precisar-se-á descartar 60 litros, devendo os tubos de armazenamento do desvio comportar 60 litros.

Figura 15 - Área total de captação



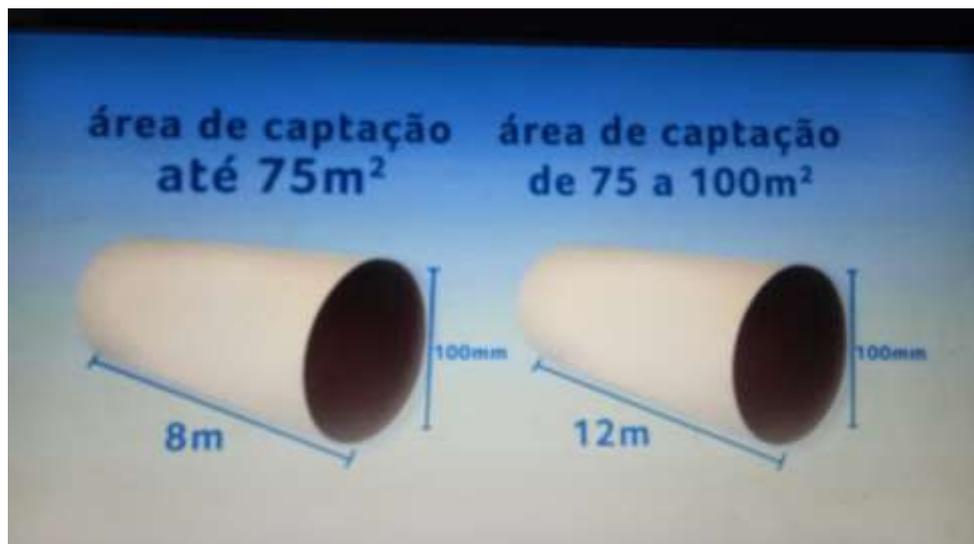
Fonte: <https://www.ufpe.br/>

A área de captação é a parte do telhado usada para captar a água da chuva. Assim, se a coleta for feita pelos dois lados do telhado, com calhas ao redor, a área de captação de chuva será igual à área total. Mas, se for apenas um lado, basta multiplicar o comprimento pela altura ($3\text{m} \times 10\text{m} = 30\text{m}^2 \times 2 = 60\text{m}^2$). Nesse caso do exemplo da figura 15, a área coberta de 2 telhados perfaz o total de 60m^2 .

5.2 Sistema de descarte da primeira água

Para facilitar o dimensionamento da quantidade de água a ser descartada, em vista da área de captação, existem dois padrões de desvios que são direcionados a casas com até 75m^2 . São necessários 8m de tubos com diâmetros de 100mm e, para casas com área de captação de 75m^2 a 100m^2 , são necessários 12m de tubo.

Figura 16 - Tubos de PVC -UFPE



Fonte: <https://www.ufpe.br/>

O sistema, construído por tubos de PVC, encaminha a água captada da chuva utilizando a física, partindo da queda dessa água da coleta feita pelas calhas. Nesse processo, provoca a queda da água pelo movimento automático das águas que escoam pelos canos instalados em nível inferior às calhas e são direcionados ao desvio das primeiras águas de chuva. À medida que são varridas as impurezas do caminho, elas ficam depositadas no desvio, seguindo a água límpida para o reservatório.

De acordo com Andrade Neto (2004), a água das cisternas pode sofrer alterações em sua qualidade, com riscos de contaminação por nível de exposição a contaminantes, condições de uso e epidemiológicas da região e manutenção do sistema. Diante disso, constata-se a importância do desvio das primeiras águas, pois se elimina parte das impurezas antes que cheguem aos reservatórios de armazenamento (SILVA et al., 2017).

O material de PVC ou metálico pode servir nas calhas e coletores, diante da precipitação de cada região. Ambos são aliados para separar as concentrações de matéria orgânica e outras impurezas dissolvidas na água da chuva por insetos, pássaros e o vento (TOMAZ apud TORDO, 2014).

5.3 Instalação do desvio - DesviUFPE

Os segmentos dos tubos podem ter tamanhos diferentes, dependendo do tamanho da parede da casa. O comprimento deve estar correto, ou seja, todos devem ter o mesmo comprimento para juntar os T(s) e os ligar a uma torneira de passagem, para desviar as primeiras águas da chuva com impurezas. Dessa maneira, Tordo (2004) esclarece que, para garantir a segurança dos usuários, o dispositivo de descarte deve ser instalado antes do reservatório, de forma a eliminar micro-organismos que proliferam no próprio meio e podem prejudicar a saúde geral.

Conforme apresentado acima, no sistema DesviUFPE, o dispositivo de armazenamento de água é a cisterna, não havendo reservatórios implantados na residência.

6. APRESENTAÇÃO DO SISTEMA EXISTENTE

6.1 Caracterização da residência

O projeto adotado no estudo é de uma residência de um pavimento, construída em um lote de 180m², com área de construção de 70m².

A análise da montagem desse sistema de captação de águas pluviais foi feita de acordo com o dimensionamento ideal, área e características da construção.

6.2 Localização

A instalação do projeto se encontra em uma residência na cidade de Juiz de Fora, cidade do interior de Minas Gerais, na Zona da Mata Mineira, o quarto mais populoso município de Minas Gerais e o 36º no Brasil, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). O município de Juiz de Fora é o mais extenso município da Zona da Mata, com extensão de 1.436 km², possuindo área populacional de 317,74 km², de acordo com dados do IBGE. Segundo o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), a cidade de Juiz de Fora é uma região tropical, com chuvas no verão e temperatura média por volta de 19º C.

6.3 Dados pluviométricos da região

A tabela nº 2 contém os dados pluviométricos da cidade de JF – MG, nos meses de chuva, de novembro a março, colhidos nos anos de 2018, antes da instalação do DesviUFPE na residência de Juiz de Fora, objeto deste estudo, e, nos anos de 2019 e 2020.

Tabela 2 - Dados pluviométricos da cidade de JF - MG

Precipitação mensal (mm)			
Mês	2018/2019	2019/2020	Média
	Sem sistema desviUFPE	Com sistema desviUFPE	
Novembro	230mm	210mm	220mm
Dezembro	380mm	280mm	330mm
Janeiro	80mm	370mm	225mm
Fevereiro	240mm	350mm	295mm
Março	150mm	170mm	160mm

Fonte: Elaborada pelos autores 2020, baseada em gráfico da INMET(anexo).

Com relação à instalação do DesviUFPE, no presente estudo, houve alterações no valor de custo apresentado em item anterior, visto que fora adotado acréscimo de material como canos, filtro e outros, decorrentes da extensão da área projetada e de modificações implementadas pelo proprietário, como inclusão de dois reservatórios de água e um filtro, como será detalhado à frente. Desse modo, em vez de sistema DesviUFPE, será chamado, de agora em diante, de sistema de desvio implantado. A tabela 3 apresenta os custos do novo sistema.

Tabela 3 - Custos do sistema de desvio implantado

Itens	Unid /medida	Valor R\$	Total
Joelhos 90°	06 unid.100mm	5,19	31,14
T	10 unid. 100mm	13,39	133,90
Redução	2unid.100x50mm	3,79	7,58
Joelhos	2 unid.90°x50mm	1,54	3,08
Tubo	1 unid.50mm	29,90	29,90
Tubo	6 unid. 100mm	44,90	269,40
Canos	3 unid.3/4 água	13,90	41,70
Caixa d'água	500 lts	164,90	164,90
Caixa d'água	1000 lts	289,90	289,90
Registros	2 unid. ¾	13,09	26,18
Joelhos 90°	4unid. ¾ água	0,42	1,68
Filtro	1 unid.	77,95	77,95
Total			1077,31

Fonte: Elaborada pelos autores (2020)

Figura 17 - Recebimento da água de chuva pela calha



Fonte: Acervo dos autores (2019)

Conforme apresentado anteriormente, a tubulação de desvio (figura 17), utilizada para o descarte da primeira água, é dimensionada em função da área de telhado.

Na intenção de que o espaço do reservatório seja compatível à quantidade de água captada, o sistema de desvio (canos de PVC/ DesviUFPE) foi padronizado para que, em áreas de captação de até 75m², venha a utilizar 8 metros de tubos de 100mm.

Os primeiros litros da água de chuva captada encherão os tubos de PVC e, depositando as impurezas na parte inferior dos dutos, acontecerá a separação das águas impuras e limpas, seguindo estas pelos canos, sendo encaminhadas ao cano com filtro e, a seguir, ao reservatório.

O sistema implantado na residência (figura 18) é composto por canos e joelhos de 100mm (apenas com redução para meia, onde há torneiras), por uma edificação suspensa para as caixas de água de 500 e 1000 mil litros, ambos cobertos por telhas galvanizadas. Não possui cisternas, pois utiliza duas caixas d'água, com capacidade de 500 litros e 1000 litros, respectivamente. Também não faz uso de bombas, visto que o funcionamento do processo se dá por gravidade, encaminhando a água captada pela chuva (na área de captação que

é o telhado, direcionada aos dutos e, a seguir, ao sistema de desvio implantado, preenchendo-os e se direcionando aos reservatórios de água.

Neste momento, convém salientar algumas alterações do sistema de desvio implantado na residência para o sistema DesviUFPE. Nessa residência foi implantado o sistema de armazenamento na laje da casa. No caso do sistema DesviUFPE, a água captada vai para uma cisterna, onde há uma torneira para uso dessa água, não retornando para a residência

Com relação à adoção dos critérios de armazenamento d'água, os volumes de reserva estabelecidos, no sistema em estudo, para uma área de captação de 70m², atendem à Lei Complementar da cidade de Juiz de Fora (MG), Artigo 5º, com relação à área de cobertura ou telhado utilizado de base aos reservatórios de água. A legislação estabelece que, para uma área de cobertura entre 120m² (cento e vinte metros quadrados) e 180m² (cento e oitenta metros quadrados), deve-se usar um reservatório de 250 (duzentos e cinquenta) litros de volume mínimo de armazenagem. A residência implantou um reservatório de 1.500 (mil e quinhentos) litros de água.

Figura 18 - Sistema de desvio implantado



Fonte: Acervo dos autores (2019)

As tubulações fixadas em posição horizontal (figura 19) possuem a função receptiva e distribuidora das águas de chuvas pelos canos até o sistema de

desvio implantado e à torneira (pelo cano vertical), para descarte das impurezas das primeiras águas coletadas.

Figura 19 - Tubulações de PVC posteriores ao desvio de água da chuva



Fonte: Acervo dos autores (2019)

O sistema de desvio implantado (figura 20), dispositivo em PVC, é preenchido pelas águas da chuva. As impurezas que vêm com a água ficam depositadas na parte inferior dos canos, até enchê-los completamente. A água limpa segue pela tubulação até a caixa d'água.

Figura 20 - Sistema de desvio implantado- Montagem



Fonte: Acervo dos autores, 2019

A montagem do sistema de desvio implantado é feita de acordo com a quantidade necessária de joelhos e T(s) para interligar os tubos, presos e fixados por uma braçadeira e uma torneira com função de descarte de água do desvio, acompanhando a altura da parede e a quantidade de tubos necessária, de acordo com as orientações, com relação à área de captação e variante do volume de água. Essa é a técnica de montagem do DesviUFPE. Porém, a figura 21 representa o sistema com adaptações feitas, com relação ao espaço, à escolha de caixas d'água posicionadas numa área coberta, sem necessidade de uso de bombas ou cisternas.

A primeira caixa d'água recebe, pela tubulação, a água vinda do sistema de desvio implantado.

Figura 21 - Tubulação conectada à primeira caixa de água



Fonte: Acervo dos autores (2019)

A água conduzida pelo cano passa na peneira e, se alguma impureza, como fragmentos de folhas ou gravetos ainda permanecer, esses ficarão presos na tela adaptada à torneira, impedidos de seguir para o reservatório (figura 22).

Figura 22 - Primeira caixa d'água com tela protetora da torneira



Fonte: Acervo dos autores (2019)

A figura 23 mostra o processo de encaminhamento da água. Ao encher a primeira caixa, o excesso passará através do duto, pelo filtro adaptado junto aos canos, que a levarão à segunda caixa d'água (água mais pura), para que seja direcionada ao tubo que levará somente à máquina para lavagem de roupas. Tal utilização já foi atestada pela residente, proprietária do projeto em estudo, segundo a qual a água é totalmente adequada para o fim a que se destina. Já a água da primeira caixa, por não estar tão pura, servirá para outros serviços, como limpeza de pisos, lavar carro, regar plantas.

Figura 23: Conexão e filtro entre a primeira e segunda caixa de água



Fonte: Acervo dos autores (2019)

7. RESULTADOS E DISCUSSÕES

7.1 Análise técnica do sistema DesviUFPE

O sistema desviUFPE é um sistema proposto para região de semiárido e para áreas não urbanas, porém, foi adaptado com resultados satisfatórios à área urbana, provando ser aceito em outras situações. A adequação do sistema para o meio urbano foi realizada com a substituição das cisternas por reservatórios de água.

Também houve a preocupação em melhorar o processo de filtragem, com adição de um filtro entre as duas caixas. Entende-se que, em momento algum, houve problemas na lavagem de roupas, de acordo com que relata o morador.

Essas adequações do sistema foram realizadas de forma simples e fácil, pois os materiais de PVC facilitam sua montagem e sua execução dispensa mão de obra qualificada.

O sistema de estudo deve sofrer outra expansão pelo morador, que pretende utilizá-lo também nos sanitários.

7.2 Análise da viabilidade econômica

Com relação ao comparativo de despesas de água, do estudo em questão (residência da localidade da cidade de Juiz de Fora, MG), a tabela 4 apresenta os dados de consumo de água do período de novembro de 2018 a março de 2019, quando a residência não dispunha de aproveitamento de água da chuva, e de novembro de 2019 a março de 2020 (pós-instalação DesviUFPE). Nota-se que houve uma queda do valor dessa despesa em todos os meses, apresentando uma economia mínima de 16,53% no mês de dezembro e máxima de 49,72% no mês de janeiro. Não foram comparados os demais meses do ano, visto que, nesses meses, a ocorrência de chuvas é insignificante.

Tabela 4 - Dados das despesas mensais antes/após a instalação do DesviUFPE

Mês	2018/2019	2019/2020	Economia	Econ. %
	Sem Desviufpe	Com Desviufpe		
Novembro	R\$57,06	R\$44,69	R\$12,37	21,67%
Dezembro	R\$62,30	R\$52,00	R\$10,30	16,53%
Janeiro	R\$101,85	R\$51,21	R\$50,64	49,72%
Fevereiro	R\$71,08	R\$52,70	R\$18,38	25,85%
Março	R\$73,01	R\$42,79	R\$30,22	41,39%
		TOTAL	R\$121,91	

Fonte: Elaborada pelos autores (2020)

A economia média nas contas de água, no período 2019/2020, foi de 31,03% mensal.

Diante do propósito de implementação de um projeto de captação de água pluviais, constata-se que o custo do sistema de captação de águas pluviais (DesviUFPE) possui grande viabilidade, por cumprir todos os requisitos, sem a necessidade de uso de bombas hidráulicas, energia, fixando seu custo em R\$ 300,00, para o sistema original, e R\$ 1.077,31, para o sistema implantado na residência.

Comparado com outros sistemas como: kits reuso de água CONCHUVA, no valor de 1590,00; ECO CASA Tecnologias Ambientais (ECO CASA, 2019), por R\$ 1.950,00; Teston (2012), por R\$ 2.997,00, verifica-se que o sistema implantado possui custo inferior, com volumes de reserva semelhantes, todavia, com outras tecnologias.

Com o custo de implantação de R\$ 1.077,31 e com a economia do período de avaliação (chuvas), para o consumo de água de R\$ 121,91, no sistema implantado, na residência em estudo, o investimento será pago em, aproximadamente, 8 anos e meio, considerando apenas períodos de novembro a março.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A preocupação com os recursos hídricos é um problema que afeta a todos, tornando-se uma responsabilidade que assola a humanidade.

O sistema de captação de água de chuva, para uso doméstico, aplicado no processo DesviUFPE, apresenta simples instalação, soluções seguras, práticas, utilizando materiais de fácil acesso e baixo custo.

O sistema desviUFPE implantado na residência é muito simples e com reservatórios pequenos, que viabiliza a implantação em uma residência já existente, atendendo a legislação municipal vigente.

O reaproveitamento da água da chuva diminui o fluxo das águas nas vias e no sistema de drenagem, reduzindo o volume de água pluvial que causa as enchentes.

Se todas as residências implantassem um sistema de aproveitamento de águas pluviais, aliviaria o sistema de abastecimento de água da cidade.

O aproveitamento da água da chuva é bem positivo, pois tem retorno financeiro em determinado prazo, no caso em questão, em 8 anos. Sendo proposto ao meio rural, foi facilmente projetado no meio urbano, sendo possível utilizá-lo em residências, comércios e outros.

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Água de chuva: Aproveitamento de coberturas em águas urbanas para fins não potáveis**. Rio de Janeiro: RJ. NBR 15527:2007.

ANDRADE NETO C. O. Proteção Sanitária das Cisternas Rurais. In: XI Simpósio luso-brasileiro de engenharia sanitária e ambiental, Natal. **Anais**. Natal: ABES/ APESB/ APRH, 2004.

ARAÚJO, L. F. de. **DesviUFPE como barreira sanitária para melhoria da qualidade de água de chuva em zona rural**: determinação de deposição seca e melhoria de desempenho. Programa de Graduação em Engenharia Civil e Ambiental. Área de Concentração: Tecnologia Ambiental. Universidade Federal de Pernambuco. Centro Acadêmico do Agreste. Caruaru. PE, 2017.

BERNIER, R.T; SANTOS, C.V.; SEVERO, E.A.; GUIMARAES, J.C.F. Dispositivo de captação e filtragem para reuso da água da chuva: a percepção da aplicação em residência no sul do Brasil. **Espacios**, v.35, n.12, 2014.

BOTELHO, M. H. C. **Águas de chuva- Engenharia das Águas Pluviais nas Cidades**. 2ª ed. São Paulo:SP. Editora Edgard Bluscher, 1998.

BRASIL, C.C.G. **Paisagem e ambiente construído**: intervenções antrópicas no traçado do Rio Paraibuna em Juiz de Fora - MG. Trabalho de Conclusão de Curso (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2013.

FENDRICH, R. **Coleta, Armazenamento, Utilização e Infiltração das águas Pluviais na Drenagem Urbana**. Tese: Doutorado. Curso de Pós-Graduação em Geologia Ambiental- Universidade Federal do Paraná. Curitiba: PN. 2002.

GONÇALVES, C. C. **Aproveitamento de águas pluviais para abastecimento em área rural na Amazônia**. Estudo de caso: ilhas Grande e Murutucú, Belém. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal do Pará: PA, 2012.

GROUPS RAINDROPS. **Raiwater and you: 100 ways to use Rainwater.** Sumida CITY- Tokyo Metropolitan Region, Makoto Murase (org.). Proceedings of the Tokyo international Rainwater utilization Conference. 1995, p.179.

Aproveitamento da água da chuva. Editora Organic Trading, 1ª ed. Curitiba: PA, 2002.

HAGEMANN, S.E. **Avaliação da Qualidade da água da Chuva e da Viabilidade de sua Captação e uso.** Dissertação de Mestrado (Programa de Pós- Graduação em Engenharia Civil, Área de Concentração em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental). Universidade Federal de Santa Maria. (UFSM, RS), 2009.

LIBÂNIO, M. **Fundamento de qualidade e tratamento de água.** 1 ed, Campinas. São Paulo: Átomom, 2006.

LUNA, Y.H.D.M.; SANTANA, N.C.B.; JUNIOR, R.H.A.; JUNIOR, G.B.A. **Qualidade da água de chuva em São João Pessoa:** estudo comparativo com diversos padrões de qualidade conforme os usos pretendidos para água em edificações residenciais. Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologia Ambientais- GESTA, v.2, n.1, p.53-68, 2014.

LOPES, G.B.; **Estudo de viabilidade técnica do aproveitamento de água de chuva para fins não-potáveis na Universidade Federal de Uberlândia.** Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil apresentada à Faculdade de Engenharia Civil de Engenharia Civil da Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia :MG, 02 de agosto de 2003.

MAY, S. **Estudo da Viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações.** Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo,2004.

MEDEIROS, S.S.; SOARES, F.A.L.; GHEYI, H.R.; FERNANDES, P.D. **Uso de águas residuárias de origem urbana no cultivo de gérberas:** efeito nos componentes de produção. In: Eng. Agric., Jaboticabal: S.P, 2007

MENDONÇA, P.A.O. **Reuso de água em edifícios públicos. O caso da Escola Politécnica.** Salvador, 2004. p.162. Dissertação de Mestrado em gerenciamento e tecnologias ambientais no processo produtivo – Universidade Federal da Bahia. Bahia: BA, 2004.

NETO, C.A. Aproveitamento imediato da água de chuva. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologia Ambientais-** GESTA. v.1, n.1 ,p.73-86, 2013.

OTTERPOHLM, R. Black, brown, yellowm grey – the new color of sanotation. **Water 21**, p.31-41, out, /2001.

PREFEITURA MUNICIPAL DE JUIZ DE FORA. **Plano de drenagem de Juiz de Fora-** parte 1 – zona norte. Volume 02 – zona norte. Volume 02 – Propostas, Juiz de Fora, 2011.

PREFEITURA MUNICIPAL DE JUIZ DE FORA. **Plano de drenagem de Juiz de Fora**- parte 1 – zona norte. Volume 03 – Manual de Drenagem. Juiz de Fora, 2011.

SILVA, Eduardo Rosa da. **Aproveitamento de água pluvial para consumo não potável em postos de combustíveis**. 75 p. Trabalho de Conclusão de Curso, Engenharia Civil. ULBRA, 2007.

SILVA, S.T.B.; ARAUJO, L.F.; ALMEIDA, A.J.G.A.; GAVAZZA, S.; SANTOS, S.M. Comportamento de dispositivos de desvio das principais águas de chuva. Como barreiras sanitárias para proteção de cisternas. **Águas Subterrâneas**, v.31. p.1-11, 2017.

SOUZA, R.O.R.M.; SCARAMUSSA, P.H.M.; AMARAL, M.A.C.M.; PEREIRA NETO, J.A.; PANTOJA, A.V.; SADECK, L.W.R. Equações de chuvas intensas para o Estado do Pará. **Revista de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.9, p.999-1005, 2012.

TELLES, D. D.; COSTA, R. H. P. G. **Reuso da água. Conceitos, teorias e práticas**. 1 ed. São Paulo: Editora Brocher, 2007.

TESTON, A. **Aproveitamento de água de chuva**: um estudo qualitativo entre os principais sistemas. Monografia (Especialização em Construções Sustentáveis). Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Curitiba: PA, 2012.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis**. UFPE. DESVIUFPE. São Paulo: Navegar Editora, 2003.

TUCCI, C.E.M.; BERTONI, J.C. (orgs.). **Inundações Urbanas na América do Sul**. Porto Alegre: RS: Associação Brasileira de Recursos Hídricos. 2003, p.150

ONLINE

Agência Brasil- **Especiais**- Unctad XI. Disponível em: <http://www.radiobras.gov.br>. Acessado em: 12 ago, 2019.

Águas de Juiz de Fora. Disponível em: <https://aguasjuizdefora.wordpress.com/>. Acessado em: 26 set. 2019.

BRASIL C.C.G. **Paisagem e ambiente construído**: intervenções antrópicas no traçado do Rio Paraibuna em Juiz de Fora. JF: MG, 2013. Disponível em: <https://repositorio.ufjf.br/jspui/handle/ufjf/917>. Acessado em: 20 set, 2019.

CESAMA. **Água é vida**. Disponível em: <http://www.cesama.com.br>. Acessado em: 15 ago. 2019.

CENSO. **Água de Juiz de Fora**, MG. Disponível em censo2010.gov.br. Acessado em: 15 ago. 2019.

Ciclo hidrológico. Disponível em: <http://ga.water.usgs.gov/>. Acessado em 14 ago.2019.

Chuvas. Disponível em: <http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/chuvas/imagens/chuva-10.gif>. Acessado em: 14 ago. 2019

Distribuição de água no planeta. (iepa. ap.gov). Disponível em: http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html. Acessado em: 14 ago, 2019

Esquema de um pluviômetro. Disponível em: https://www.google.com/search?q=botelho+2010++esquema+de+um+pluviometro&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwianrCxf7kAhWXGbkGHdOkBBcQ_AUIEigB&biw=1366&bih=653#imgrc=zh2XyuyuLNNYqM. Acessado em: 16 ago. 2019

Hidrologia básica. Disponível em: https://capacitacao.ead.unesp.br/dspace/bitstream/ana/66/2/Unidade_1.pd. Acessado em: 14 ago. 2019

IBGE. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Juiz_de_Fora
Acessado em: 12 mai.2020

Mini cisterna. Disponível em: www.sempresustentavel.com.br
Acessado em: 12 mai2020

MENDONÇA, P.A.O. **Reuso de água em edifícios públicos.** O caso da Escola Politécnica. Salvador, 2004. Disponível em: http://teclim.ufba.br/site/material_online/dissertacoes/dis_pedro_de_a_o_mendonca.pdf > Acessado em: 03 set. 2019.

Pluviômetro. Definição. Disponível em: <http://meterepole.com.br/2011/12/o-que-e-um-pluviometro>. Acessado em: 16 ago.2019.

Precipitação Trimestral. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/faixaNormalPrecipitacaoTrimestral>. Acessado em: 14 ago.2019

PREFEITURA MUNICIPAL DE JUIZ DE FORA. **Plano de drenagem de Juiz de Fora-** parte 1. Disponível em: https://www.pjf.mg.gov.br/secretarias/seplag/planos_programas/drenagem.php >Acessado em: 09 mai. 2020.

PREFEITURA MUNICIPAL DE JUIZ DE FORA. **Plano de drenagem de Juiz de Fora-** parte 1 – zona norte. Volume 03. Disponível em: https://www.pjf.mg.gov.br/secretarias/seplag/planos_programas/drenagem.php >Acessado em: 09 mai. 2020.

PREFEITURA MUNICIPAL DE JUIZ DE FORA. **Lei Ordinária nº 13662/2918, LEI COMPLEMENTAR nº 029. Normas para reutilização de água de chuva no Município de Juiz de Fora**, MG de 09 de setembro de 2015; Disponível em: < www.pjf.mg.gov.br > Acessado em: 10 mai. 2020.

SINDUSCON-SP, ANA, FIESP. **Manual de Conservação e Reuso de água**. São Paulo, 2005, Disponível em: <http://www.google.com.br;url/sa=t7=j7q=7esrc=s7source=web7cd=47cad=rja7uat=87ved=0CDIQFjAD&url=http%3A%2Fwww.fiesp.com.br> Acessado em: 24 mai. 2020

SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE AGUA DE CHUVA - **CONCHUVA**

Disponível em: <https://youtu.be/vxWz2cCD2EA> >Acessado em: 10 mai, 2020

SISTEMA DESVIUFPE Disponível em: <https://youtube.com/watch?v=nsd6xorwgq4> > Acessado em: 10 mai. 2020

SISTEMA ECOCASA. Disponível em:

<https://www.ecocasa.com.br> > Acessado em: 10 mai. 2020

SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA- **TECNOTRI modular vertical**. Disponível em: <http://.useaguadachuva.com/> > Acessado em: 10 mai. 2020

UFPE. **DESVIUFPE**. Disponível em: https://www.ufpe.br/lea/index.php?option=com_content&view=article&id=309:baixe-aqui-os-videos-sobre-o-desviufpe&catid=2:curso&Itemid=122. Acessado em: 10 mai. 2020

UOL NOTÍCIAS. Disponível em:

<https://www.bol.uol.com.br/noticias/2020/05/27/com-poucas-chuvas-e-proximidade-do-inverno-brasil-vive=risco-de-nova-crise-hidrica.htm> Disponível em: <https://www.tratamentodeagua.com.br/aux-hidrica-falta-agua-historica-2014> > Acessado em 02 jun, 2020.

ANEXOS

Anexo 1

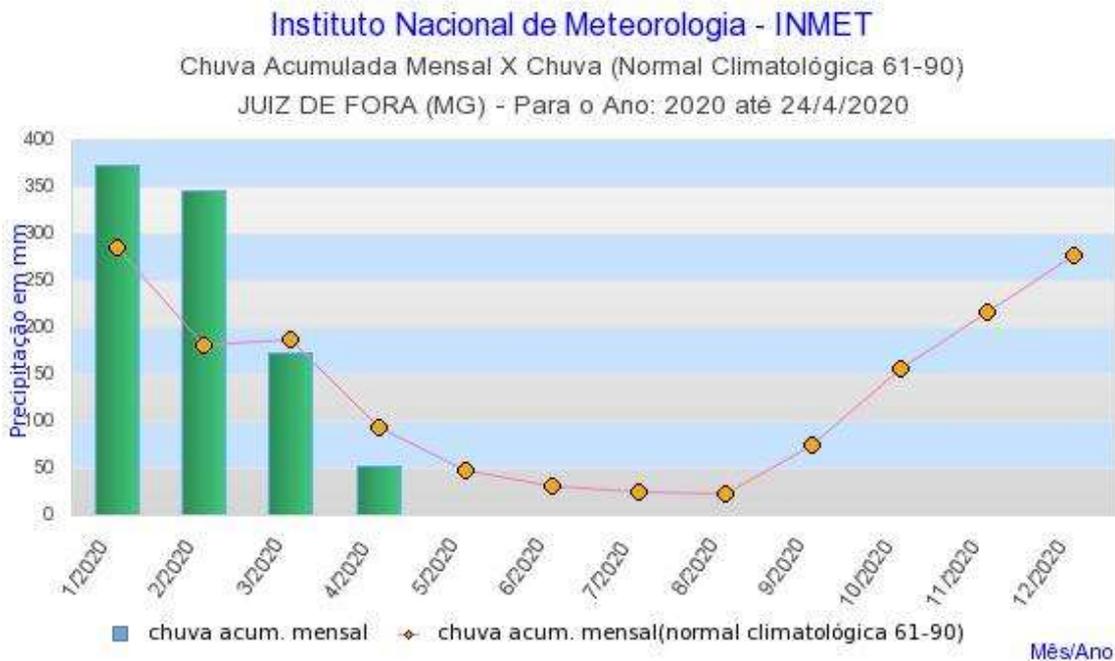
Instituto Nacional de Meteorologia - INMET

Chuva Acumulada 24h

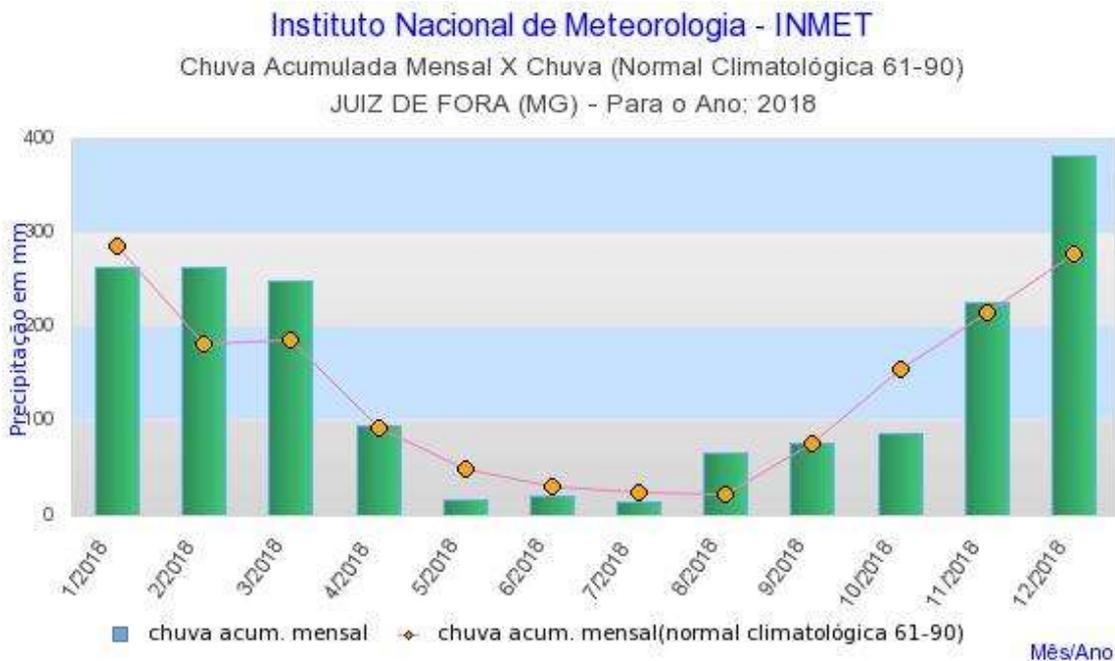
Estação: JUIZ DE FORA - 11/2018



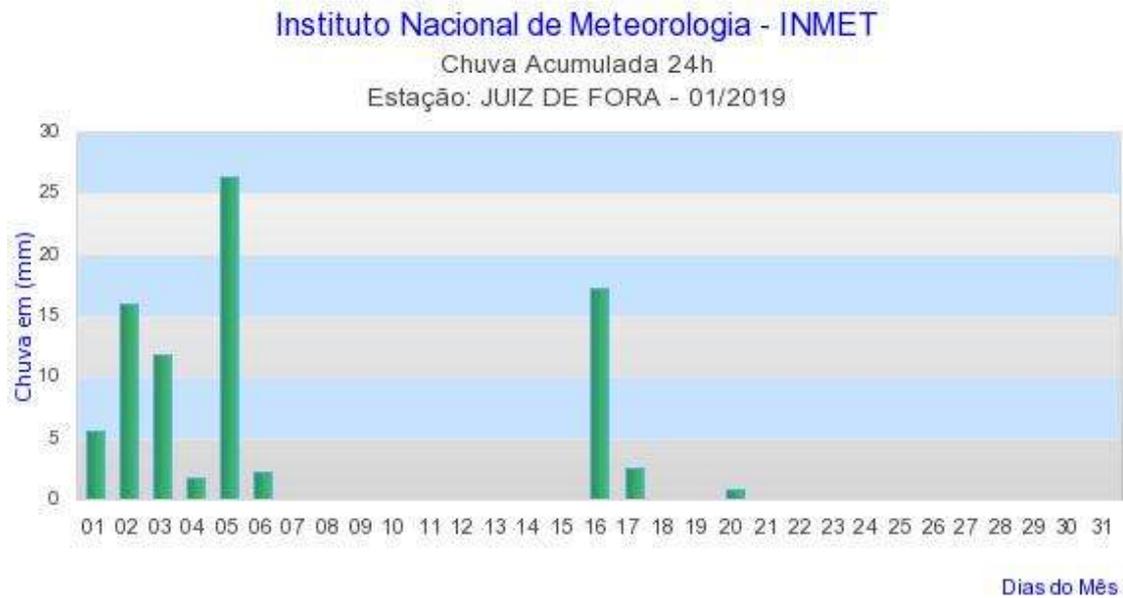
Anexo 2



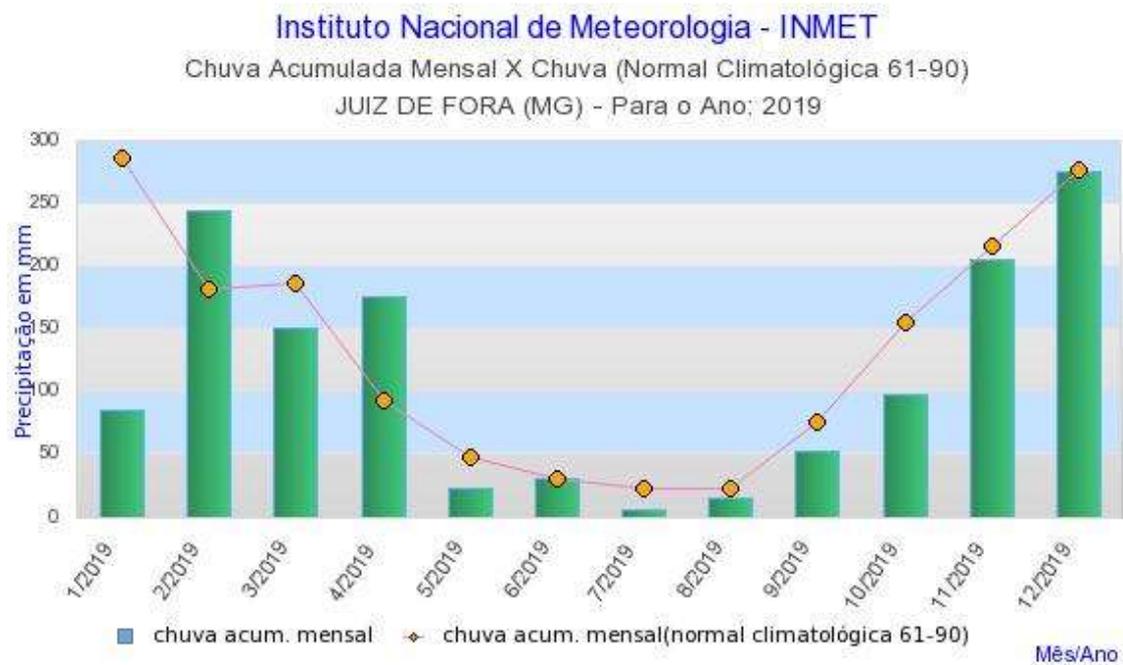
Anexo 3



Anexo 4



Anexo 5



Anexo 6

Instituto Nacional de Meteorologia - INMET

Chuva Acumulada 24h

Estação: JUIZ DE FORA - 01/2020



ANEXO 7

Lei Ordinária 13662 2918, que institui a Política Municipal de Captação de águas e normas para reutilização de água de chuva no Município de Juiz de Fora.

LEI COMPLEMENTAR Nº 029 - de 25 de setembro de 2015.

Cria normas para reutilização de água de chuva no Município de Juiz de Fora.

Projeto Complementar n. 03/2015, de autoria do Vereador Zé Márcio.

A Câmara Municipal de Juiz de Fora aprova e eu sanciono a seguinte Lei Complementar:

Art. 1º Ficam estabelecidas normas para a reserva e reutilização de água proveniente de chuva acumulada em telhados e coberturas, no Município de Juiz de Fora.

Art. 2º Para os fins desta Lei considera-se:

I - água potável: aquela destinada ao consumo humano, cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos atendam ao padrão de potabilidade, não oferecendo riscos à saúde;

II - extravasor: dispositivo que aciona e controla o escoamento de água;

III - cisterna: é um reservatório de água;

IV - Rede Pública de Abastecimento: o conjunto de atividades, instalações e equipamentos destinados a fornecer água potável para uma comunidade.

Art. 3º Torna obrigatória a construção de um sistema de captação de água de chuva dos telhados e coberturas nas novas edificações com

área de cobertura ou telhado total no terreno, igual ou superior a 120 (cento e vinte) metros quadrados.

Parágrafo único. Quando tratar-se de acréscimo ou modificação de prédio existente, aplica-se esta norma desde que tecnicamente viável sua implantação.

Art. 4º Na instalação de reservatórios para captação da água de chuva deve-se observar o seguinte:

I - deverão ser construídos ou instalados nas edificações reservatórios separados e independentes, para água potável e para água não potável. O reservatório de água não potável receberá a água coletada da chuva;

II - as tubulações de saída dos reservatórios de água potável e não potável não poderão ser conectadas;

III - os reservatórios deverão ser providos de extravasor - protegido contra entrada de insetos - e dispositivo para descarga de fundo que facilite a limpeza. Os reservatórios deverão ser tampados para evitar a entrada de luz ou vetores que propiciem a proliferação de algas e transmissores de doenças;

IV - deverá ser implantado dispositivo automático ou manual antes da cisterna, para retenção de materiais grosseiros como pedras, folhas, galhos e outros resíduos;

V - as tubulações que distribuem as águas de chuva, não potável, deverão ser identificadas em cor diferente da água potável ou outro meio de diferenciação;

VI - nos pontos de acesso à água de chuva deverá haver um aviso indicando "água não potável", ou sinal de alerta.

Art. 5º O volume do reservatório para armazenamento de água de chuva a deverá atender os seguintes critérios:

I - em áreas de cobertura ou telhado entre 120 (cento e vinte) e 180 (cento e oitenta) metros quadrados: reservatório de 250 (duzentos e cinquenta) litros de volume mínimo de armazenagem;

II - em áreas de cobertura ou telhado entre 180 (cento e oitenta) e 250 (duzentos e cinquenta) metros quadrados: reservatório de, no mínimo, 500 (quinhentos) litros de volume mínimo de armazenagem;

III - em áreas de cobertura ou telhado entre 250 (duzentos e cinquenta) e 350 (trezentos e cinquenta) metros quadrados: reservatório de 1000 (mil) litros de volume mínimo de armazenagem;

IV - em áreas de cobertura ou telhado entre 350 (trezentos e cinquenta) e 500 (quinhentos) metros quadrados: reservatório de 2000 (dois mil) litros de volume mínimo de armazenagem;

V - em áreas de cobertura ou telhado igual ou superior a 500 (quinhentos) metros quadrados: reservatório de 3000 (três mil) litros de volume mínimo de armazenagem.

Parágrafo único. Os reservatórios deverão ser compatíveis com a área de captação da água, podendo ser instalados mais de um reservatório para atender as exigências de volume mínimo de armazenagem desta Lei.

Art. 6º A água de chuva a ser armazenada deverá ser utilizada em atividades que não requeiram o uso da água tratada, proveniente da Rede Pública de Abastecimento, tais como:

- a) irrigação de hortas e jardins;
- b) descarga de bacias sanitárias;
- c) lavagem de pátios e veículos;
- d) lavagem de vidros, calçadas e pisos;
- e) lavagem de maquinários.

Art. 7º A instalação de reservatórios destinados à captação da água de chuva poderá ser executado subterrâneo, ao nível do terreno ou elevado.

§ 1º Quando instalado ao nível do terreno ou elevado, a ocupada não será computada para efeito de taxa de ocupação ou coeficiente de aproveitamento.

§ 2º Quando instalado elevado, à área sob sua estrutura poderá ser utilizada sem computar no coeficiente de aproveitamento.

§ 3º A locação do reservatório deverá ser apresentada ao órgão responsável, no projeto de arquitetura, quando da solicitação de aprovação e alvará de construção.

Art. 8º A concessão do habite-se para os projetos de construções aprovados após a vigência desta Lei, fica condicionada à comprovação do cumprimento no disposto nesta Lei.

Art. 9º Esta Lei Complementar entra em vigor na data de sua publicação.

Paço da Prefeitura de Juiz de Fora, 25 de setembro de 2015.

a) BRUNO SIQUEIRA - Prefeito de Juiz de Fora.

a) ANDRÉIA MADEIRA GORESKE - Secretária de Administração e Recursos Humanos

I - em áreas de cobertura ou telhado entre 120 (cento e vinte) e 180 (cento e oitenta) metros quadrados: reservatório de 250 (duzentos e cinquenta) litros de volume mínimo de armazenagem;

II - em áreas de cobertura ou telhado entre 180 (cento e oitenta) e 250 (duzentos e cinquenta) metros quadrados: reservatório de, no mínimo, 500 (quinhentos) litros de volume mínimo de armazenagem;

III - em áreas de cobertura ou telhado entre 250 (duzentos e cinquenta) e 350 (trezentos e cinquenta) metros quadrados: reservatório de 1000 (mil) litros de volume mínimo de armazenagem;

IV - em áreas de cobertura ou telhado entre 350 (trezentos e cinquenta) e 500 (quinhentos) metros quadrados: reservatório de 2000 (dois mil) litros de volume mínimo de armazenagem;

V - em áreas de cobertura ou telhado igual ou superior a 500 (quinhentos) metros quadrados: reservatório de 3000 (três mil) litros de volume mínimo de armazenagem.

Parágrafo único. Os reservatórios deverão ser compatíveis com a área de captação da água, podendo ser instalados mais de um reservatório para atender as exigências de volume mínimo de armazenagem desta Lei.

Art. 6º A água de chuva a ser armazenada deverá ser utilizada em atividades que não requeiram o uso da água tratada, proveniente da Rede Pública de Abastecimento, tais como:

- a) irrigação de hortas e jardins;
- b) descarga de bacias sanitárias;
- c) lavagem de pátios e veículos;
- d) lavagem de vidros, calçadas e pisos;
- e) lavagem de maquinários.

Art. 7º A instalação de reservatórios destinados à captação da água de chuva poderá ser executado subterrâneo, ao nível do terreno ou elevado.

§ 1º Quando instalado ao nível do terreno ou elevado, a ocupada não será computada para efeito de taxa de ocupação ou coeficiente de aproveitamento.

§ 2º Quando instalado elevado, à área sob sua estrutura poderá ser utilizada sem computar no coeficiente de aproveitamento.

§ 3º A locação do reservatório deverá ser apresentada ao órgão responsável, no projeto de arquitetura, quando da solicitação de aprovação e alvará de construção.

Art. 8º A concessão do habite-se para os projetos de construções aprovados após a vigência desta Lei, fica condicionada à comprovação do cumprimento no disposto nesta Lei.

Art. 9º Esta Lei Complementar entra em vigor na data de sua publicação.

Paço da Prefeitura de Juiz de Fora, 25 de setembro de 2015.

a) BRUNO SIQUEIRA - Prefeito de Juiz de Fora.

a) ANDRÉIA MADEIRA GORESKE - Secretária de Administração e Recursos Humanos.