



CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS

Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 1.162, de 13/10/16, D.O.U. nº 198, de 14/10/2016
AELBRA EDUCAÇÃO SUPERIOR - GRADUAÇÃO E PÓS-GRADUAÇÃO S.A.

MATHEUS DE SOUSA AMORIM GAMA

**APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL EM UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR EM
PALMAS-TO**

Palmas – TO
2019

MATHEUS DE SOUSA AMORIM GAMA

**APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL EM UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR EM
PALMAS-TO**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) II
elaborado e apresentado como requisito
parcial para obtenção do título de
engenheiro civil pelo Centro Universitário
Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA)

Orientador: Msc. Carlos Spartacus da
Silva Oliveira

Palmas – TO
2019

MATHEUS DE SOUSA AMORIM GAMA

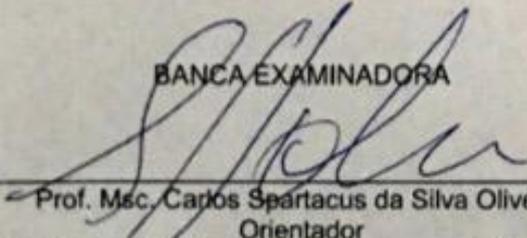
**APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL EM UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR EM
PALMAS-TO**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) II
elaborado e apresentado como requisito
parcial para obtenção do título de
engenheiro civil pelo Centro Universitário
Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA)

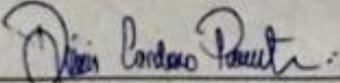
Orientador: Msc. Carlos Spartacus da
Silva Oliveira

Aprovado em: 14, 11, 2019

BANCA EXAMINADORA

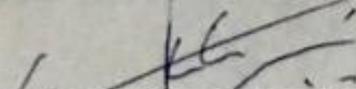

Prof. Msc. Carlos Spartacus da Silva Oliveira
Orientador

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP/ULBRA



Prof. Esp. Denis Cardoso Parente
Professor Examinador

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP/ULBRA


Prof. Msc. Hider Cordeiro de Moraes
Professor Examinador

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP/ULBRA

Palmas – TO
2019

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus por ter me guiado no caminho certo durante esta jornada com saúde e forças para concluí-la.

Agradeço aos meus pais, pelo amor, incentivo e apoio incondicional. Por me ajudar a lutar e conquistar meus sonhos, e me mostrar que Deus jamais fecha uma porta sem abrir outras.

Agradeço as minhas irmãs, por todos os incentivos, e conselhos nos momentos difíceis.

Aos amigos, meus agradecimentos pelo companheirismo neste longo caminho de aprendizado.

Aos mestres por me cederem conhecimentos adquiridos.

Ao meu professor e Orientador Carlos Spartacus da Silva Oliveira, pelas valiosas contribuições dadas durante todo o processo.

Agradeço também a minha namorada, por toda paciência e ajuda nesses últimos dias.

Dedico esse estudo a Deus, por ter me abençoado com a família maravilhosa que tenho.

RESUMO

GAMA, Matheus de S Amorim. Trabalho de conclusão de curso. 2019.

Aproveitamento de água pluvial em uma residência unifamiliar em Palmas – TO. Curso de Engenharia Civil. Centro Universitário Luterano de Palmas. Palmas – TO. Orientador Prof. M.Sc. Carlos Spartacus da Silva Oliveira.

O presente estudo possui o seguinte objetivo: Apresentar a elaboração de um projeto de aproveitamento de águas pluviais em uma residência. Sua problemática é: Verificar se o aproveitamento de águas pluviais de um casa habitada por uma família situada na 407 Sul, Alameda 01, Lote 21, de Palmas-TO, possui viabilidade econômica?. A pesquisa foi feita no segundo semestre de 2019. A residência, cuja proprietária permitiu acesso, bem como a realização da pesquisa. Em compensação a aludida pessoa será beneficiária do projeto, haja vista, que irá perpetrar as instalações necessárias relativas ao aproveitamento pluvial. Observa-se o potencial desse aproveitamento, em virtude das dimensões dos telhados, todos com telhas de concreto. No estudo, constatou-se que o sistema de captação e aproveitamento de água permite a redução do consumo de água tratada nas residências, levando a uma economia na utilização das águas nobres, além de contribuir para o controle de cheias. Na residência, observou-se que em época de chuvas, a água servida pode resultar em uma economia de 43,53% do abastecimento da mesma pela concessionária. Em valores reais, a média da economia fica aproximadamente na ordem de economia mensal de R\$ 90,54 (noventa reais e cinquenta e quatro centavos).

Palavras-Chave: Residência. Captação. Água Pluvial.

ABSTRACT

GAMA, Matheus de S Amorim. Completion of course work. 2019. **Rainwater Utilization in a single-family residence in Palmas - TO**. Civil Engineering Course. Centro Universitário Luterano de Palmas. Palmas - TO. Advisor *M.Sc. Carlos Spartacus da Silva Oliveira*.

The present study has the following objective: To present the elaboration of rainwater utilization project in a residence. Its problem is: Verify if the use of rainwater from a house inhabited by a family located in 407 Sul, Alameda 01, Lote 21, Palmas-TO, has economic viability ?. The research was done in the second half of 2019. The residence, whose owner allowed access, as well as the research. On the other hand, this person will be the beneficiary of the project, since it will perpetrate the necessary facilities related to the use of rain. The potential of this use is observed, due to the dimensions of the roofs, all with concrete tiles. In the study, it was found that the water catchment system allows the reduction of the consumption of treated water in the homes, leading to a saving in the use of noble waters, besides contributing to flood control. At the residence, it was observed that in rainy season, the water served can result in a savings of 43.53% of its supply by the concessionaire. In real values, the average economy is approximately in the monthly saving order of R \$ 90.54 (ninety reais and fifty-four cents).

Keywords: Residence. Uptake. Rainwater.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Desenho técnico do telhado da residência.....	28
Figura 2: Calhas empregadas no projeto	30
Figura 3: Protetor de calhas	31
Figura 4: Modelo básico e de baixo custo para coleta de águas pluviais.....	32
Figura 5: Locais das caixas d'água	34
Figura 6: Modelo de reservatório.....	415
Figura 7: Detalhe da captação de água pluvial do telhado, passando pela calha e tubulação com destino ao reservatório inferior.....	41
Figura 8: Fatura mensal de água	40
Figura 9: Calhas da residência.....	41
Figura 10: Locais das futuras calhas da residência (Panorâmica)	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Classes de água e respectivas utilizações	25
Tabela 2: Parâmetros de dimensionamento	29
Tabela 3: Precipitação média mensal.....	37
Tabela 4: Orçamento dos sistemas de aproveitamento de águas pluviais	39

LISTA DE SIGLAS

A - Área de coleta

A - Valor numérico da área de coleta em projeção, expresso em metros quadrados (m²)

ABES- Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

C - Coeficiente de escoamento superficial da cobertura

CH₄- Metano (CH₄)

CO₂ - Dióxido de carbono

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia – INMET

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

N₂O - Óxido nitroso

NBR – Norma brasileira

P - Precipitação média anual, mensal ou diária.

P - Valor numérico da precipitação média anual, expressa em milímetros (mm)

T - Valor numérico do número de meses de pouca chuva ou estiagem

V - Valor numérico do volume de água aproveitável e o volume de água do reservatório, expresso em litros (L).

V - Volume anual, mensal ou diário de água de chuva aproveitável.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 Justificativa	12
1.2 Objetivos	13
1.2.1 Geral.....	13
1.2.2 Específicos	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
2.1 Desenvolvimento Sustentável e Recursos Hídricos nas Cidades	14
2.2 Práticas Sustentáveis no Âmbito da Construção Civil.....	20
2.3 Aproveitamento de Águas Pluviais no Âmbito das Residências e as Normas Técnicas.....	22
3 METODOLOGIA	27
3.1 Análise da Residência.....	28
3.2 Captação da Água e Condução	30
3.3 Armazenamento(Reservatório)	31
3.4 Índices Pluviométricos de Palmas e Períodos de Chuvas.....	37
3.5 Cálculo pelo Método de Azevedo Neto	38
4 ORÇAMENTO DO SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL	39
5 RESULTADOS E DISCURSSÃO	44
6 CONCLUSÃO	44
REFERÊNCIAS.....	45

1 INTRODUÇÃO

O presente estudo buscou, através da análise de residências situadas em Palmas-TO, as vantagens de investimento em captação das águas provenientes da chuva com enfoque no aproveitamento das águas pluviais de residências unifamiliares. Para tanto, será feito um projeto de aproveitamento de águas pluviais em uma residência situada na 407 Sul, alameda 01, lote 21, Palmas-TO.

O Brasil enfrenta constantemente o desafio de amenizar os impactos causado pelo crescimento rápido e desordenado dos centros urbanos. Garcia (2015) argumenta que, conseqüentemente, ocorrem problemas ambientais e de infraestrutura, dentre eles, o aumento do escoamento superficial e intensificação das catástrofes causadas por enchentes.

Os sistemas de aproveitamento pluviométrico no Brasil sempre se basearam na busca do sistema hidráulicamente mais eficiente. Focado em uma visão higienista, a noção do saneamento (no sentido de tornar o ambiente são) representa a necessidade de “sempre drenar”, criando estruturas de micro e macro aproveitamento pluviométrico para conduzir a água para fora das cidades (SOUZA, 2015).

O processo de urbanização devido ao crescimento populacional, de modo geral, ocorreu de forma desordenada e acelerada e isso gerou modificações no uso e ocupação do solo alterando as características hidrológicas locais, tais como o aumento do escoamento superficial e a redução da infiltração.

Em Palmas, capital do Estado do Tocantins, apesar da cidade ser relativamente bem planejada, ainda precisa haver evoluções na questão do planejamento da deságua das casas provenientes das chuvas. Isso porque em períodos chuvosos, os alagamentos das principais avenidas são bastante comuns, causando transtornos à população.

Aliado a esses agravantes, Cruz et al. (2017) relatam que a gestão do aproveitamento pluviométrico não tem sido tratada com a devida relevância dada a ausência de um planejamento específico para o setor. No geral, ocorre uma desvinculação das ações planejadas para o aproveitamento pluviométrico com as secretarias de obras municipais que acabam tratando os setores relacionados de forma isolada, sem que esses interajam entre si. Segundo Moruzzi (2012), a maioria das cidades brasileiras sofre com problemas associados a equívocos (ausência de

projeto, manutenção e planejamento) no trato da questão do aproveitamento pluviométrico, em geral, associados à expansão urbana desordenada alheia às características do meio físico. Esses equívocos causam inundações que têm sido um dos maiores desafios desses municípios.

1.1 JUSTIFICATIVA

O trabalho se justifica em virtude da importância do tema para os municípios brasileiros. Isso porque as cidades brasileiras apresentaram acelerada urbanização nas últimas décadas e esse fenômeno tem gerado grandes transtornos devido ao impacto provocado nos ambientes naturais e urbanos. Nos últimos dois séculos, ocorreram modificações em muitos cursos d'água com intuito de escoar rapidamente as águas, drenar baixadas úmidas e ampliar áreas para assentamento. Realizar esse aproveitamento pluviométrico de forma eficiente proporciona uma melhor qualidade de vida para a população local, valoriza imóveis por reduzir o risco de alagamento, além de, evitar danos materiais causados por enchentes.

Com a gradativa preocupação com as questões inerentes ao meio ambiente, o estudo se justifica, em nível social, em virtude de proporcionar uma intervenção da Engenharia Civil frente à problemática da água e de seu aproveitamento. Em nível acadêmico, com o estudo, possibilitará à comunidade acadêmica a discussão de métodos eficazes de economia de água, tendo por base as residências unifamiliares. Sob o enfoque pessoal, o estudo proporcionará, ao aluno, a maturação do senso crítico ante os problemas ambientais com enfoque nas soluções no âmbito de sua futura profissão.

Destaca-se, ainda, que os fins para as águas decorrentes desse sistema não serão para consumo humano, em virtude de não haver um tratamento específico, conforme pressupões a NBR 15527/2007. Isso porque as substâncias oriundas, captação e tubulação, impedem a utilização da água para ser consumida. Não obstante, tal recurso será empregado unicamente para fins não potáveis, quais sejam: lavagem de automóveis, roupas, irrigação da grama entre outras utilizações.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Geral

Apresentar através da elaboração de um projeto de aproveitamento de águas pluviais em uma residência situada na 407 Sul, alameda 01, lote 21, Palmas-TO, com 482 m² de lote e 180 m² de construção, as vantagens de investir em aproveitamento pluviométrico em residências unifamiliares.

1.2.2 Específicos

- ✓ Apresentar um reservatório para o sistema de aproveitamento de água pluvial da residência unifamiliar;

- ✓ Reduzir o consumo de água potável;

- ✓ Demonstrar hipoteticamente o comparativo da fatura de água para verificar-se a economia gerada na residência unifamiliar estudada.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E RECURSOS HIDRÍCOS NAS CIDADES

O conceito de desenvolvimento sustentável foi definido como tal pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento em seu relatório final “O desenvolvimento sustentável é o desenvolvimento que satisfaz as necessidades presentes sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades”.

Com isso surgem, conforme explicitado por Buarque *apud* Estender (2010, p. 5), os três pilares norteadores do desenvolvimento sustentável, a saber: O econômico; o social e o ambiental.

O pilar econômico, conforme o autor “ se resume ao lucro da empresa”. No pilar social, a sociedade deverá ser beneficiada pelas ações sustentáveis. E por fim, o pilar ambiental, que visa à proteção do meio ambiente por intermédio da otimização dos recursos naturais disponibilizados para a atividade desenvolvida.

Nesse sentido, os valores puramente econômicos são incompatíveis com o que propõe o desenvolvimento sustentável que busca princípios mais humanos e universais, tais como justiça, preservação ambiental, fraternidade, respeito aos limites impostos pela natureza, entre outros.

O progresso industrial, em meados do século XVIII, decorrente da afamada Revolução Industrial, levou prosperidade econômica para a Inglaterra e o mundo. As melhorias, no padrão de vida humana, aceleraram significativamente o crescimento da população mundial.

Desse modo, as grandes mudanças climáticas ocorridas há séculos e milênios foram provenientes de causas naturais, como a mudança de órbita terrestre e os ciclos glaciais. Atualmente, desde a Revolução Industrial, na qual surgiram às diversas indústrias poluidoras, a situação é distinta, tendo em vista que hodiernamente as mudanças climáticas ocorrem em virtude da atividade humana (SANTOS, 2014).

Os resultados são os mais diversos, tais como alteração nos períodos e quantidades de chuvas, derretimento de geleiras, elevação das correntes e ondas

oceânicas, aumento de temperatura, e tantos outros fatores maléficos ao meio ambiente.

Cumpra salientar que os recursos naturais disponibilizados são efêmeros, de modo que, com a busca do desenvolvimento econômico, a humanidade teve que a explorar exaustivamente as matérias primas disponíveis.

Pode se dizer que os desmatamentos em grande escala, surgidos daí, com o objetivo de utilização das madeiras fornecidas pelas árvores derrubadas, bem como para obter a terra arável e a retirada e utilização exponencial de combustíveis fósseis, tais como óleo de carvão, e gás, a fim de obter a energia, foram e são um os maiores instigadores do aumento de dióxido de carbono na atmosfera. Com mais gases no ar pode se dizer que há aumento da temperatura (SANTOS, 2014).

O autor também afirma que o efeito estufa é algo natural e benéfico para a sobrevivência no planeta terra. Entre os gases que resultam no epigrafado efeito vale destacar o dióxido de carbono (CO₂), o metano (CH₄), o óxido nitroso (N₂O), e o ozônio (SANTOS, 2014).

Pode se dizer que esses gases são fundamentais para o efeito estufa. Contudo o equilíbrio se quebra com o aumento desses e outros gases, quando ocorre, por exemplo, a queima de resíduos sólidos, de combustíveis fósseis tais como petróleo, gás natural, carvão, entre outros, bem como produtos de madeira e dióxido de carbono para a atmosfera.

As emissões de metano no processo de produção e transporte de carvão, gás natural e petróleo, produtos orgânicos de aterros sanitários, decomposição, e as emissões de óxido nitroso por intermédio das atividades agrícolas e industriais influenciam o efeito estufa e, conseqüentemente, o aquecimento global.

A esse respeito disserta o geógrafo Wagner de Cerqueira:

O aquecimento global é uma consequência das alterações climáticas ocorridas no planeta. Diversas pesquisas confirmam o aumento da temperatura média global. Conforme cientistas do Painel Intergovernamental em Mudança do Clima (IPCC), da Organização das Nações Unidas (ONU), o século XX foi o mais quente dos últimos cinco, com aumento de temperatura média entre 0,3°C e 0,6°C. Esse aumento (...) é suficiente para modificar todo clima de uma região e afetar profundamente a biodiversidade, desencadeando vários desastres ambientais. As causas do aquecimento global são muito pesquisadas. Existe uma parcela da comunidade científica que atribui esse fenômeno como um processo natural, afirmando que o planeta Terra está numa fase de transição natural, um processo longo e dinâmico, saindo da era glacial para a interglacial, (...). No entanto, as principais atribuições para o aquecimento global são relacionadas às atividades humanas, que intensificam o efeito de estufa através do aumento na queima de gases de

combustíveis fósseis, como petróleo, carvão mineral e gás natural (...). Outros fatores que contribuem de forma significativa para as alterações climáticas são os desmatamentos e a constante impermeabilização do solo. O degelo é outra consequência do aquecimento global, segundo especialistas, a região do oceano Ártico é a mais afetada (...). As geleiras dos Alpes recuaram cerca de 40%, e, conforme artigo da revista britânica *Science*, a capa de neve que cobre o monte Kilimanjaro, na Tanzânia, pode desaparecer nas próximas décadas (CERQUEIRA, 2014, p. 2).

Conforme explicitado pelo pesquisador, nos últimos cem anos houve significativo aumento da temperatura da terra e conseqüentemente o nível do mar por causa do derretimento do gelo nos polos. Isso decorre principalmente da atividade econômica perpetrada pelos seres humanos que resultam nas emissões de gases para a atmosfera terrestre. Com isso, o aumento da temperatura global provoca aumento do nível dos mares e posterior derretimento das calotas polares em decorrência do calor. As mudanças climáticas regionais prejudicam seriamente as florestas, os rios, aves, peixes, danos e os ecossistemas. O deserto aumenta significativamente na planície existente. A seca prejudica as cidades, cada vez mais dependentes de água para as demandas das pessoas e das indústrias.

Ante os impactos supracitados entre outros, pode se dizer que o desenvolvimento sustentável é condicionado a certos padrões referentes aos recursos naturais disponibilizados. O desenvolvimento sustentável está intimamente ligado ao consumo sustentável, que busca a otimização dos recursos utilizados pelas pessoas. Objetiva também estimular o consumo de bens produzidos com materiais e tecnologias mais sustentáveis, que não causem impactos ambientais.

Nesse contexto, a água é indispensável para a sobrevivência dos seres vivos e essencial para o desenvolvimento econômico, social e cultural dos povos. O crescimento populacional e os avanços das atividades econômicas têm levado a escassez dos recursos hídricos. No entanto, o mau uso da água tem tornado essa riqueza natural cada vez mais escassa, limitando assim, o seu uso.

Tomaz (2015) descreve que a falta de água é um dos graves problemas mundiais que pode afetar a sobrevivência dos seres humanos. O uso desordenado, o desperdício e o crescimento da demanda são fatores que contribuem para intensificar a escassez de água potável no planeta.

No entanto, as cidades brasileiras apresentaram acelerada urbanização nas últimas décadas e esse fenômeno tem gerado grandes transtornos devido ao impacto provocado nos ambientes naturais e urbanos.

Forgiarini (2017) afirma que a urbanização desses municípios tem se

caracterizado pela remoção de coberturas vegetais, aumento da impermeabilização e ocupação de planícies ribeirinhas. Aliado a esses agravantes, Cruz et al. (2017) relatam que a gestão da drenagem urbana não tem sido tratada com a devida relevância dada a ausência de um planejamento específico para o setor. No geral, ocorre uma desvinculação das ações planejadas para a drenagem com as secretarias de obras municipais que acabam tratando os setores relacionados de forma isolada, sem que esses interajam entre si.

Um projeto de drenagem correto deve proporcionar benefícios ao tráfego, menor manutenção das vias e auxiliar na contenção de desastres relacionado às águas pluviais.

Furtini et al. (2017) afirmam que nos últimos dois séculos, ocorreram modificações em muitos cursos d'água com intuito de escoar rapidamente as águas, drenar baixadas úmidas e ampliar áreas para assentamento. Realizar essa drenagem de forma eficiente proporciona uma melhor qualidade de vida para a população local, valoriza imóveis por reduzir o risco de alagamento, além de, evitar danos materiais causados por enchentes.

A microdrenagem é responsável pela captação de águas pluviais e transporte por meio de galerias de pequeno e médio porte até um ponto de desague em um nível inferior que, geralmente, trata-se de um córrego ou um rio. Para executar essa função, compõe-se um sistema composto por sarjetas, bocas de lobo, poços de visita e galerias.

As sarjetas são elementos do sistema que conduzem o volume precipitado na bacia urbana para as bocas de lobo que, em seguida, direcionam para os tubos de ligação e galerias do sistema de drenagem. A sarjeta, se existente e projetada de forma correta, concentra as águas pluviais nas laterais das vias e isso proporciona uma menor interferência das chuvas no tráfego.

As bocas de lobo, por sua vez, são elementos do sistema responsáveis por receber as águas já guiadas pela sarjeta e direcioná-las para os tubos de ligação e em seguida para as galerias. É importante ressaltar que existem diversos tipos de nomenclaturas e classificações que variam entre as regiões e os autores que as descrevem.

Cardoso (2003) explica que tal carência de normatização gera problemas como a utilização sem critério dos diferentes tipos de bocas de lobo, dificuldade de produção de material científico de modo continuado e construção de estruturas

inadequadas e ineficientes.

Além da variedade de tipos de boca de lobo pode-se também, realizar a associação desses elementos em série para aumentar a capacidade de drenagem em um determinado ponto da rede.

Os poços de visita estão presentes na rede de drenagem pluvial para que por eles se tenha acesso aos tubos de ligação e galerias para inspeção e limpeza. Os poços de visita são instalados nas mudanças de direção, de declividade e de diâmetro que ocorrem entre trechos. A posição desse elemento na via pode ser identificado, geralmente, por um tampão metálico no nível do pavimento.

As equações de chuva são aplicadas em projetos de drenagem urbana e de rodovias, vertedores e outros diversos projetos de drenagem. Essas equações servem para realizar projeções representativas da precipitação pluviométrica de determinadas áreas. A precipitação é um evento natural que ocorre com grande variabilidade no tempo e espaço e segundo Castro et al. (2011), o dimensionamento de galerias de águas pluviais, canalizações de córregos, bueiros, canais de drenagem, entre outros, é dependente do conhecimento das características das precipitações intensas e de curta duração.

Para se descobrir a intensidade de precipitação, a equação de chuva pode ser expressa em função do período de retorno, da duração da precipitação e do local de análise.

Villela e Mattos apud Silva et al. (2003) reportam que a equação mais utilizada para expressar a infraestrutura verde consiste em intervenções de baixo impacto na paisagem e de acordo com Ahern apud Herzog e Rosa (2010), deve possuir alto desempenho, com espaços multifuncionais e flexíveis, que possam exercer diferentes funções ao longo do tempo e ser adaptável às necessidades futuras.

Nesse contexto, áreas fora da abrangência da rede de drenagem podem se utilizar de métodos de amortização do volume precipitado para amenizar o escoamento superficial dispensado para áreas à jusante. Em casos de redes já implantadas e que precisam de modificações que fujam da alteração de diâmetros e ampliação de trechos de galerias, técnicas compensatórias podem ser a opção mais adequada.

Os sistemas compensatórios mais comumente implantados são as bacias de retenção de cheias, pavimentos permeáveis, valas e áreas verdes. As bacias de

detenção servem para armazenar temporariamente as águas pluviais que chegam em quantidade superior à que pode ser drenada pela rede. Essas bacias podem ser de pequena abrangência ou de tamanho suficiente para absorver cheias severas. Após a época de chuvas, essas águas reservadas começam a ser liberadas em vazões compatíveis com as galerias do sistema de drenagem.

Moura (2005) orienta que, quanto à sua forma de operação, as bacias podem ser divididas em três tipos: bacias de retenção, bacias de infiltração e bacias de retenção e infiltração. Acumula-se então, a água até a capacidade do reservatório e essa é utilizada como água não potável ou encaminhada para a rede de drenagem a uma vazão que respeite a capacidade máxima de escoamento das tubulações pluviais existentes ou da vazão de pré-urbanização. Evita-se com isso, que esse volume de água seja lançado nas vias (reduzindo o escoamento superficial) e na rede de drenagem (evitando o aumento da vazão a ser escoada nos momentos de pico).

Essa técnica compensatória é útil para o consumo domiciliar em atividades que não requerem água potável (lavar carros e calçada, por exemplo), o micro reservatório é rentável por reduzir o consumo da rede de abastecimento de água e, conseqüentemente, a despesa referente a esse consumo.

Uma técnica eficiente é a substituição de pavimentos impermeáveis em arruamentos, estacionamentos e calçadas por pavimentos porosos que permitam a infiltração e percolação das águas superficiais no perfil do solo, removendo esse quantitativo do somatório de volume que deve ser direcionado pela rede até a jusante da bacia urbana.

Algumas Universidades tentam desenvolver esses pavimentos para que cada vez sejam mais eficientes. Como exemplo, Athanásio (2010) apresenta a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP), que desenvolveu um pavimento poroso que é capaz de reter quase 100 % das águas das chuvas e tem como diferencial diante dos pavimentos já existentes uma camada de pedras de 35 centímetros de espessura.

O Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos, coordenado pelo Professor Fernando Falco Pruski da Universidade Federal de Viçosa, disponibiliza um banco de programas gratuitos com o intuito de auxiliar trabalhos que envolvam a água em diversas áreas de abrangência. Um desses programas chama-se PLUVIO 2.1 e nele é possível obter a equação de chuva de uma determinada região para se descobrir a

intensidade de precipitação em função do período de retorno, da duração da precipitação e do local de análise.

Zaque e Menezes Filho (2011) explicam que esse aplicativo computacional foi implementado para substituir rotinas realizadas em planilhas eletrônicas. Sua utilização evita cálculos repetitivos e uso de tabelas, além de possibilitar a avaliação de alternativas de modo rápido. O programa permite a entrada de valores das variáveis necessárias para o dimensionamento e apresenta a solução mais econômica de projeto, podendo calcular planilha orçamentária de composições desde que se forneçam os preços dos serviços.

Tudo pode ser calculado com a equação de chuva mais apropriada para a área de estudo desde que se informe os parâmetros K, a, b, c referentes ao local.

2.2 PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS NO ÂMBITO DA CONSTRUÇÃO CIVIL

O consumo indiscriminado de recursos naturais, aliado à disposição descontrolada de resíduos no meio ambiente forma o modelo utilizado hoje no Brasil por vários setores econômicos incluindo a construção civil. Portanto, para que se possam atingir de forma mais adequada os princípios do desenvolvimento sustentável é necessária uma profunda mudança de paradigmas.

Entretanto não se podem negar as mudanças ocorridas nas últimas décadas. Segundo Patzlaff (2009), ocorrem grandes transformações na área da construção civil nos últimos anos. As necessidades de redução de custos e prazos fizeram com que as empresas de construção civil investissem em gerenciamento de obras e inovações tecnológicas, enfocando a redução de custos e na sustentabilidade.

Sendo a construção civil o setor que mais consome recursos naturais e causa mais impactos no meio-ambiente em toda concepção e vida útil do empreendimento, um conjunto bem amplo de soluções podem ser tomadas visando a construção sustentável com destaque para qualificação dos construtores e projetistas, melhoria na qualidade dos materiais, formação e qualificação de mão de obra, normatização e certificação, capacitação de laboratórios e reciclagem e busca de materiais e tecnologias inovadoras.

É necessário referir que, segundo Bussoloti (2011) não há regras ou normas a serem cumpridas para uma construção ser sustentável, as diretrizes é que indicam o caminho para que ela seja construída de uma forma que respeite o meio ambiente.

Não obstante, o projeto tem que levar em consideração o ambiente construído, o tempo de vida útil da construção e se servirá para outros propósitos, os materiais empregados (quanto ao desperdício e sua reutilização) se a energia gasta no processo de implantação da construção pode ser gerada em sua totalidade ou em parte no próprio local colaborando com a redução dos gases de efeito estufa. Outro ponto bastante importante é a utilização da água, seu reaproveitamento e aonde ela foi despejada no meio ambiental após sua utilização.

Algumas soluções aplicadas numa obra em uma determinada localidade podem agregar a sustentabilidade e em outras localidades a mesma solução não agregam e até podem agredir o meio ambiente, o estudo do local tem importância significativa na hora de formalizar o projeto.

Com isso, é necessário que sejam traçadas metas para a continuação de espécies e ecossistemas existentes. Em virtude disso, a construção civil deverá seguir práticas sustentáveis, em razão de seu alto potencial de poluição.

A esse respeito, segundo Jéssica Fernandes Batista :

É fato que a indústria da construção, além de ser um dos pilares do desenvolvimento sócio econômico de um país, é também a causadora do impacto ambiental em sua cadeia produtiva, seja através de atividades como a extração de matérias-primas, movimentação de terras, produção e transporte de materiais, ou pela disposição incorreta de seus resíduos. A construção sustentável proporciona maneiras alternativas de usar matérias primas renováveis e naturais nas construções. Essas inovações deixam de lado os produtos industriais e artificiais que tanto prejudicam o meio ambiente. A maioria dos materiais ecologicamente corretos, além de diminuir a poluição, também permite a redução dos custos para o consumidor (FERNANDES, 2013, p. 54).

A importância do desenvolvimento sustentável na construção civil é um aspecto que leva em discussão vários conceitos, tais como a conservação do meio ambiente, a utilização de recursos naturais como à luz solar, o reaproveitamento de resíduos de construções, e a substituição de matérias-primas tradicionais, entre outros (SILVA, 2010).

Destaca-se que todo novo artefato fabricado pela indústria, seja analisado pelos seguintes parâmetros: materiais a serem utilizados e reivindicações técnicas a serem atendidas pelo elemento para obter o estimado desempenho do produto final. No entanto, novos materiais abrolharam no mercado com a função de serem utilizados como agregados, como a argila expandida e o isopor floculado para

produção de concretos e argamassas com menor densidade ou mesmo o papel reciclado (NEVILLE, 2010).

Pinheiro (2006) menciona a importância da abordagem proativa no ambiente construído devido a crescente preocupação com a regulamentação ambiental e pressões da opinião pública colocam a preocupação com o desempenho do meio ambiente cada vez mais na agenda das construções de edifícios. Sendo assim, é cada vez mais urgente a informação sobre os impactos reais e potenciais que a construção irá causar já em seu projeto de construção e avaliar a forma de minimizá-los e se possível eliminá-los.

Com o objetivo de avaliar os impactos e propor medidas para sua redução, desde os anos 90 foram criados diversos tipos de abordagem e sistemas de avaliação de desempenho ambiental, dando medidas e soluções mais sustentáveis e que vem sendo adotadas progressivamente. Diante o exposto, seguem, a seguir, algumas práticas que podem ser tomadas levando as premissas do desenvolvimento sustentável.

A própria eletricidade pode ser utilizada de forma sustentável, conforme Batista:

Até a obtenção de eletricidade pode ser sustentável, no âmbito das construções civis. Para se obter eletricidade de maneira natural, o sistema baseado na luz solar capta a energia do sol através de uma capa de silício (placa fotovoltaica). Essa energia se acumula numa bateria que, através de um inversor, a adapta para o uso residencial. Seu custo depende da demanda de carga elétrica da casa. Supondo-se uma casa com dois quartos, sala, cozinha e banheiro, esse equipamento sai por aproximadamente R\$ 4 mil (BATISTA, 2013, p. 42).

Outra prática muito comum consiste no Bloco de Terra Compactada, que é formado a partir da compactação de uma parcela de solo aliado a outros aditivos. Destaca-se que a forma mais utilizada é o solo-cimento, que consiste numa mistura de terra e cimento (BATISTA, 2013).

2.3 APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS NO ÂMBITO DAS RESIDÊNCIAS E AS NORMAS TÉCNICAS

Os telhados da edificação são as áreas mais comumente utilizadas como superfície de captação das águas pluviais. As calhas e condutores têm como objetivo a condução da água captada até o reservatório de limpeza. A peneira serve para reter os materiais em suspensão. O reservatório pode ser de vários tipos de

materiais, sendo ele apoiado ou enterrado. Além disso, nele deve conter um extravasor com dispositivo para evitar a entrada de pequenos animais. Devido à água do reservatório estar em constante processo de sedimentação, sugere-se que sempre use água da parte superior do reservatório (MENEZES, 2006).

Menezes (2006) afirma que a capacidade do sistema e a demanda necessária definirão o uso da água pluvial coletada. O limitador do sistema será o volume fornecido de água, a superfície de captação e o índice pluviométrico da região.

Deve-se salientar que a utilização deste sistema para descarga de vasos sanitários, irrigação do jardim e lavagem de áreas da casa e veículos, segundo Menezes (2006), geralmente é mais rentável em residências unifamiliares. E dependendo da região da edificação, como por exemplo, onde não há problemas de poluição e/ou chuva ácida, a água pluvial captada poderá ser utilizada em todos os pontos de consumo de água da edificação.

Em Introdução à Hidráulica, Hidrologia e Gestão de águas pluviais, Gribin (2009), aborda a necessidade do escoamento de águas pluviais e hidráulicas, levando em consideração a infraestrutura urbana, uso e ocupação do solo e do planejamento deles.

O mesmo faz referências nos primeiros capítulos, à base teórica necessária para os projetos de drenagem das águas pluviais, da mecânica dos fluidos até os principais conhecimentos teóricos hidráulicos para tal sistema. Além disso, o autor citado assinala que o “termo gestão de águas pluviais, refere-se a práticas de engenharia e as políticas regulatórias aplicadas para abrandar os efeitos adversos do escoamento de águas pluviais. Esses esforços usualmente estão associados a problemas e escoamento resultante de vários tipos de uso e ocupação dos solos”.

Segundo ainda o mesmo autor, as questões legais e ambientais mudaram dramaticamente a maneira como engenheiros civis praticam a arte da engenharia hidráulica e hidrológica. Quando os projetos afetam a população, há uma questão legal, quando afetam o ambiente, há uma questão ambiental.

Quando a chuva atinge o solo, escorre até o encontro dos riachos e rios que carregam para o mar. A sociedade considera natural todos esses deslocamentos da água, e se acontecer algum estrago por esse caminho, como erosão ou enchente, ninguém é apontado como responsável legal.

Porém, as alterações exercidas nesse caminho pelas pessoas, elas se tornam responsáveis. Os dois modos como o uso e a ocupação do solo afetam à jusante a

capacidade e escoamento consiste em concentrar o escoamento de águas pluviais e aumentar a vazão desse escoamento. (GRIBBIN, 2009).

O autor ainda relata que a prática de gestão de água pluvial deve considerar esse problema acima citado e abrandá-los. O mesmo é possível por meio de vários métodos, incluindo mudanças de rota e escoamento, dispersão do escoamento, delineamento da área com proteção contra erosão e a providência de uma bacia de detenção.

No livro Manejo de águas pluviais, ABES- Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (2009), coordenada por Antônio Marozzi Righetto, relata que a dinâmica das cidades depende de diversos fatores e necessidades, cujas ações e esforços por parte do poder público e da própria sociedade permitem que a qualidade de vida se torne cada vez melhor, buscando sempre reduzir os riscos de ocorrência de eventos indesejáveis que acontecem no espaço urbano.

A ocupação territorial urbana, sem o devido planejamento integrado das diversas infraestruturas necessárias ao desenvolvimento harmônico das cidades, desencadeia surgimento de problemas de drenagem por ocasião dos eventos hidrológicos de alta intensidade. Com a expansão territorial, sem uma fiscalização e nem legislação, os problemas ambientais começaram a surgir, como alagamentos e inundações.

Para complementação foram levantados custos sobre a viabilidade dos principais componentes do sistema de captação e aproveitamento de água de chuva. O levantamento do custo de obtenção do kit de captação de água de chuva está direcionado para uma área de captação de 200 m². A Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, através da NBR 15527/2007, define o aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis como água resultante de precipitações atmosféricas coletada em coberturas, telhados, onde não haja circulação de pessoas, veículos ou animais.

Segundo a NBR 15527/2007, o aproveitamento da água de chuva pode ser realizado, após o tratamento adequado, para uso em descargas de bacias sanitárias, irrigação de gramados e plantas ornamentais, lavagem de veículos, limpeza de calçadas e ruas, limpeza de pátios, espelhos d'água e usos industriais.

Segundo a NBR 15527/2007, o volume de água de chuva aproveitável depende do coeficiente e escoamento superficial da cobertura, bem como da

eficiência do sistema de descarte do escoamento inicial, sendo calculado tendo as seguintes variáveis:

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 = é o coeficiente de escoamento superficial da cobertura;

Para o dimensionamento do reservatório existem diversos métodos que podem ser utilizados, como: método de Rippl, da simulação, Azevedo Neto, entre outros.

Mesmo não existindo normas técnicas para o aproveitamento da água da chuva para fins potáveis, demonstram que crianças que recebiam apenas água da chuva e aquelas que recebiam apenas água da chuva do sistema público apresentaram incidências de doenças na mesma proporção. Desde modo, a água da chuva pode ser fornecida como única fonte de abastecimento humano. (Portal Ambiental, 05/11/2009).

Nesse contexto, ressalta-se que o conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) através da resolução Nº 357/2005 estabeleceu critérios padronizados para a classificação das águas, sendo que a classificação poderá ser dividida conforme tabela abaixo, a qual foi citada por Rodrigues de Brito (2015) em seu trabalho monográfico:

Tabela 1: Classes de água e respectivas utilizações

Classes	Utilização
Classe Especial	Abastecimento doméstico sem prévia ou com desinfecção;
	Preservação de equilíbrio natural das comunidades aquáticas;
	À preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.
Classe I	Ao abastecimento doméstico após tratamento simplificado;
	À proteção das comunidades aquáticas;
	Recreação de contato primário conforme Resolução CONAMA Nº 274 de 2000;
	Irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e frutas que se desenvolvem rentes ao solo e que são ingeridas cruas sem remoção de película;
	Proteção das comunidades aquáticas em Terras indígenas.

Classe II	Ao abastecimento doméstico após tratamento convencional;
	À proteção das comunidades aquáticas;
	Recreação de contato primário conforme Resolução CONAMA N° 274 de 2000;
	Irrigação de hortaliças e frutíferas, parques, jardins, campos de esporte, etc.;
	Aquicultura e à atividade de pesca.
Classe III	Ao abastecimento doméstico após tratamento convencional ou avançado;
	Irrigação de cultura arbórea, cerealífera e forrageira;
	Pesca amadora;
	Recreação de contato secundário;
Classe IV	Navegação;
	Harmonia paisagística;
	Usos menos exigentes

Fonte: CONAMA 2005 *apud* Brito (2015)

Desse modo precisa-se ter um controle da água de chuva usada para fins não potáveis, monitorando a sua qualidade, o que adiciona um custo para a manutenção do sistema. A água de chuva do reservatório deve ser protegida da incidência solar, evitando o crescimento de algas, assim como evitar que animais possam entrar nos reservatórios. Gonçalves (2006) estima que “em média, 40% do total de água consumida em uma residência são destinados aos usos não potáveis”. A recomendação de Neto (1977) é de que o consumo mínimo a ser adotado no cálculo do abastecimento é de 200 l/hab.dia. Portanto, pode-se considerar que ao dia, cada pessoa consome 80 litros de água não potável.

3 METODOLOGIA

A pesquisa foi feita junto a uma residência situada na 407 Sul, alameda 01, lote 21, Palmas-TO, no segundo semestre de 2019.

O objeto de estudo consistiu no aproveitamento de água pluvial na residência já citada, com enfoque nas águas decorrentes das calhas situadas no telhado da residência. O formato do telhado e a planta da aludida casa constam no anexo do presente projeto.

Para realização do projeto do sistema, o método utilizado foi o de Azevedo Neto, o que se tornou necessário obter os seguintes dados: Valor numérico do volume de água aproveitável e do reservatório em litros; a área do telhado em m²; Índices pluviométricos da cidade de Palmas-TO em mm; e o valor numérico dos meses de pouca chuva ou estiagem.

Para o dimensionamento do sistema, é necessário atender a NBR 15527/2007, além das NBR 10844/1989 – Instalações prediais de águas pluviais, e NBR 5626/2004 – Instalação predial de água fria entre outras normas. Finalmente, a partir dos dados obtidos, além de pesquisas sobre o custo dos principais componentes do sistema. Estes foram organizados e os resultados foram apresentados para a conclusão do trabalho.

Foram feitos, ainda, registros fotográficos da residência, para focar os locais onde foram instaladas as calhas e reservatório de água pluvial. Tais fotografias foram realizadas nas visitas na residência, com previa autorização de seus responsáveis e seguindo um código de ética de pesquisa específico.

Os dados coletados foram sistematizados em quadros e anexos que compreenderam levantamentos fotográficos, com o objetivo de facilitar a visualização de resultados e sua interpretação, estes dados foram estudados e discutidos com base na específica literatura do estudo.

Os dados alcançados neste estudo foram comparados com as diretrizes, critérios e os procedimentos definidos pelas normas técnicas em vigor. As informações coletadas foram sistematizadas em fotos, no intuito de ajudar a visualização dos dados e a sua interpretação.

Na análise de dados foram consideradas as seguintes verificações: Apresentar um reservatório para o sistema de aproveitamento de água pluvial da residência unifamiliar; Reduzir o consumo de água potável; Demonstrar o

comparativo da fatura de água para verificar-se a economia gerada na residência unifamiliar em estudo.

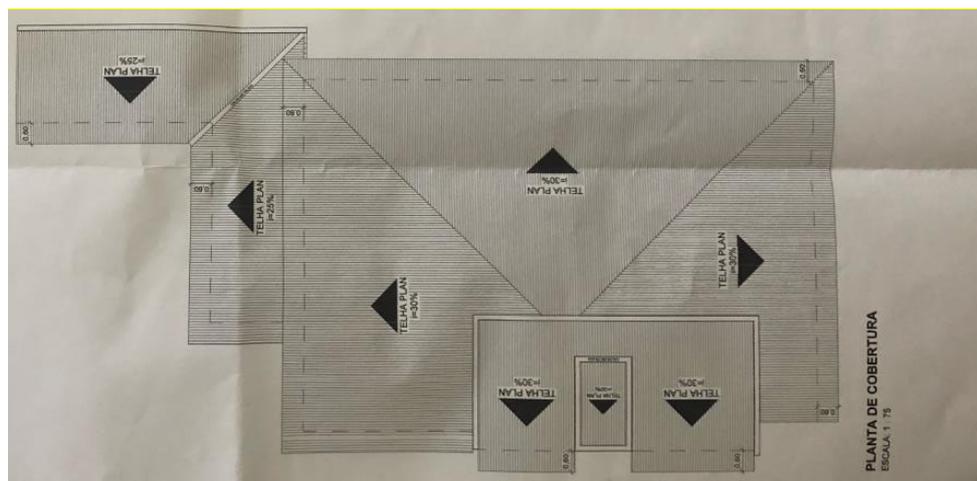
Quanto à apresentação de dados na parte teórica do trabalho, este foi feito desenvolvimento textual, caracterizado pela escrita, referente às leituras das citações apresentadas no projeto científico. Foram levados em consideração além das citações de autores, gráficos, tabelas e todos os elementos textuais que forem necessários ao entendimento do assunto abordado.

Por seu turno, as respostas alcançadas no estudo em campo foram traduzidas em números catalogadas de forma didática e inteligível por meio da tabulação de dados. Essa apresentação deverá seguir por meio da análise do volume de chuvas possível de ser coletado em uma residência.

3.1 ANÁLISE DA RESIDÊNCIA

Trata-se de uma residência situada na 407 sul, cuja proprietária permitiu acesso à casa bem como a realização da pesquisa. Isso em virtude da pessoa ser beneficiária do projeto, haja vista, que irá executar as instalações necessárias relativas ao aproveitamento pluvial. Na figura abaixo nota-se o potencial desse aproveitamento, em virtude das dimensões dos telhados, todos de cimento.

Figura 1: Desenho técnico do telhado da residência



Fonte: Pesquisa acadêmica (2019)

As características da casa são apresentadas a seguir:

Tabela 2 - Parâmetros de dimensionamento

Característica da Residência		
Nº moradores	Área de Contribuição (m ²)	Características
2	236,24 m ²	Telhados de concreto com calhas instaladas, mas necessitam de novas inserções.

Fonte: Pesquisa acadêmica (2019)

Para realização do cálculo da área de contribuição, foram coletadas as dimensões e as inclinações, ou seja, a área do telhado da residência em estudo. No qual, representa uma área de contribuição de 236,24 m².

A casa possui uma pequena área de serviço sendo que há uma torneira nesse cômodo, utilizada para lavar roupas e na qual é inserida uma mangueira para que seja providenciada a limpeza da casa, trazendo custos altos na conta de água, conforme se verá oportunamente.

Com a implantação do projeto, a água aproveitada será empregada tão somente para limpeza da casa, utilização nas plantas e nivelamento da água da piscina.

A NBR 15527/2007 define que o sistema de aproveitamento de água de chuva consiste em recolher, filtrar, armazenar e disponibilizá-la para fins não potáveis, no qual se faz o uso da água sem riscos sanitários.

Devido à fase de mudanças climáticas, ocorrem períodos de baixas precipitações ou até mesmo estiagem, já que a quantidade de aproveitamento da água pluvial depende da área de captação dos telhados e da quantidade de chuva precipitada.

Com isso, a sistema funcionará plenamente em período chuvosos (praticamente seis meses).

3.2 CAPTAÇÃO DA ÁGUA E CONDUÇÃO

Os principais componentes para captação da água da chuva do projeto na residência objeto do presente estudo são:

Área de captação - é superfície que intercepta a água proveniente da chuva. Esse local poderá ser telhado ou superfícies impermeabilizadas, como terraços, pátios etc. Geralmente as superfícies escolhidas são os telhados, por apresentar melhor qualidade da água. Visto que, não entra em contato com tráfego de pessoas e animais. Além do mais, como os telhados estão em ponto mais altos e foi direcionada para um ponto mais baixo, a água segue as leis da física, como qualquer outro objeto.

Calhas - são canais abertos destinados a coletar a água proveniente da área de captação, conduzindo até o reservatório. As calhas são apresentadas de diversas formas, sendo que a semicircular é mais utilizada. As calhas podem ser de PVC, fibra de vidro, plástico etc. Na casa objeto de estudo, há a existência de calhas de estrutura tipo metálica.

Figura 2: Calhas empregadas no projeto



Fonte: www.chapecometalurgica.com.br (2017)

Filtros – Os filtros, ou protetores de calhas, são instalados para separar a água da chuva das impurezas como materiais como folhas, galhos, além de possíveis presenças de animais. Tais impurezas são originadas através do local da área de captação da água da chuva, que pode conter materiais como folhas, galhos,

além de possível presença de animais. Os filtros podem ser instalados próximos ao reservatório, nos condutores verticais sendo instalado diretamente na tubulação, entre outros.

Figura 3: Protetor de calhas



Fonte: <https://www.protetordecalhas.com.br/>

No mercado, a aquisição dos filtros depende da área de captação a ser utilizada. Dispositivos de descarte das primeiras águas de chuva- as primeiras águas da chuva, ao entrar em contato com área de captação, carregam consigo as sujeiras presentes no telhado. Tal dispositivo tem a função de desviar essas águas antes que cheguem ao reservatório, podendo ser automaticamente ou desviadas do reservatório.

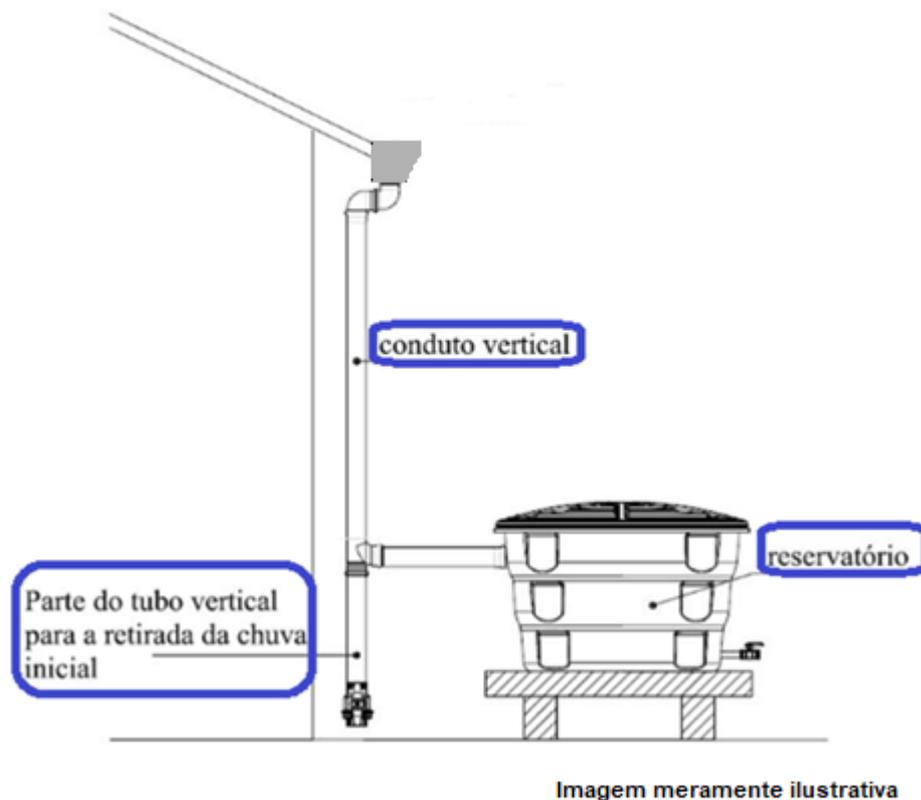
A água, após escorrer na estrutura metálica das calhas, será direcionada aos reservatórios através de tubulações verticais. A inclinação de tais tubulações deve ser contínua, recomendando-se que haja uma leve inclinação de forma a precaver ao agrupamento de água, por conseguinte, o acúmulo de detritos e o desenvolvimento de algas (SACADURA, 2011).

3.3 ARMAZENAMENTO (RESERVATÓRIO)

Os reservatórios podem ser executados diversos tipos de reservatórios, onde dependem dos fatores técnicos, econômicos, estéticos. Os reservatórios podem ser enterrados ou elevados, variando o tipo de material. Estes podem ser de concreto, alvenaria impermeabilizada, plástico, aço etc.

A figura abaixo denota a um modelo elementar de captação de água, sendo que este será empregado na residência. Tal modelo demonstra o encaminhamento da água para o reservatório, através do condutor vertical. Esse condutor e reservatório serão posto na frente, com três caixas d água de 2m³ cada e lateral direita da casa, com uma caixa com 2m³ conforme já explicitado anteriormente.

Figura 4: Modelo básico e de baixo custo para coleta de águas pluviais.



Fonte: Frendich; Oliynik (2002), Valle; Pinheiro; Ferrari (2007)

Na casa em questão será utilizado o projeto descrito na figura acima, sendo que serão dois locais de captação de água, conforme explicitado a seguir:

1) A primeira área de captação de água ocorrerá nos dois lados da frente da casa, na qual conduzirá a água até as três caixas de água de 2m^3 cada situadas na frente da residência. Essas caixas totalizam a possibilidade de canalizar 6m^3 de água;

2) A segunda área será caracterizada pela instalação de uma caixa de água de 2m^3 na lateral direita da residência;

3) Os reservatórios ficarão suspensos a uma altura de 1,5m.

Ambas as centrais de canalização totalizam a capacidade máxima de 8m^3 , sendo que em época de cheia, e considerando o consumo médio de 20m^3 , tais reservatórios corresponderão a 40% do consumo, em épocas de chuvas mais abundantes. Em caso de seca, o valor corresponderá a 0% de captação. Analisando os índices pluviométricos, se nota que em Palmas, a exemplo do Estado inteiro, há seis meses de seca e seis meses de cheia.

Com isso, obtém-se a média teórica de 30% em economia no mínimo, se considerar seis meses de uma única cheia nas caixas. No entanto, ressalta-se que as caixas poderão se encher em períodos chuvosos várias vezes, considerando o consumo, o que fará que em um mesmo mês a caixa de água possa voltar a se encher, por exemplo. Na figura abaixo consta os locais onde as caixas serão instaladas:

Figura 5: Locais das caixas d'água

15527/2007, além das NBR 10844/1989 – Instalações prediais de águas pluviais, e NBR 5626/2004 – Instalação predial de água fria. Os projetos concebidos devem apresentar à população que utiliza a água da chuva, a determinação da demanda a ser definida pelo sistema. Além disso, incluem-se as séries históricas e sintéticas das precipitações da região onde foi realizado o projeto de aproveitamento de água de chuva. (NBR 15527/2007). Para o resultado de um projeto, não é bastante imaginar apenas o funcionamento adequado do sistema; outros fatores também devem ser considerados, como a manutenção apropriada, o custo, a segurança durante a construção e a disponibilidade dos materiais. (GRIBBIN, 2009).

Os reservatórios precisarão seguir certos pressupostos, tais como: não podem apresentar vazamentos; Devem ser construídos com material não poluente, para não ocorrer à poluição da água pluvial armazenada; Necessário haver uma tampa para evitar a evaporação da água canalizada e a mantê-la livre de sujeiras externas. Conforme o caso recomenda-se o uso de cloro para evitar proliferação de algas. Essa substância poderá ser a mesma empregada na piscina da residência.

Figura 6: Modelo de reservatório



Fonte: Tigre – Marca registrada (2019)

Conforme frisado anteriormente, os reservatórios serão instalados na lateral da casa, conforme visto na figura 6. Serão 4 (quatro) reservatórios de 2000 litros, instalado conforme citado anteriormente, sendo 3 na frente da residência e 1 na lateral direita. O modelo consistirá na caixa de água feita de polietileno com as dimensões aproximadas descritas abaixo:

- ✓ Altura com Tampa: 0,77 m;

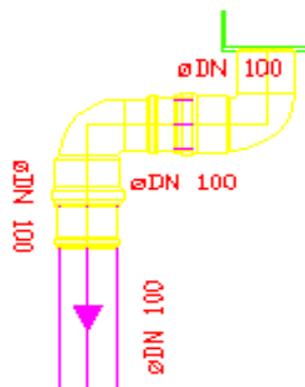
- ✓ Diâmetro com a Tampa: 2,48 m;
- ✓ Altura sem Tampa: 0,50 m;
- ✓ Diâmetro sem a Tampa: 2,23 m

As especificações das caixas de 2000 litros são mais adequadas para o ambiente no quesito espaçamento.

A quantidade de água captada depende da quantidade de precipitação e da área do telhado, podendo, em alguns casos, a estiagem causar problemas de ordem volumétrica. A operação do sistema pode não ter a mesma funcionalidade, caso haja riscos de chuvas intensas onde o fluxo da água for maior que a capacidade operacional do sistema.

O sistema deve possuir dispositivos que impeçam a conexão cruzada, ou seja, qualquer ligação feita através de peças, dispositivos, ou outro arranjo que conecte as tubulações de água potável a outra de qualidade desconhecida ou não potável.

Figura 7: Detalhe da captação de água pluvial do telhado, passando pela calha e tubulação com destino ao reservatório inferior.



DETALHE DA CALHAS

3.4 INDICES PLUVIOMÉTRICOS DE PALMAS E PERÍODO DE CHUVAS

A análise dos índices pluviométricos foi necessária para se verificar o tamanho necessário do reservatório bem como o potencial referente à reserva de

água em determinado período chuvoso. Tal análise focará nos dados disponíveis pelos institutos de meteorologia existentes, bem como a informações disponibilizadas na rede mundial de computadores a esse respeito.

De acordo com o Semasa (2014) é possível classificar a chuva de acordo com seu índice pluviométrico. Os dados são obtidos por meio de medições feitas pelas Estações Meteorológicas do próprio SEMASA. O índice pluviométrico refere-se a quantidade de chuva por metro quadrado em um determinado local. A medida é realizada em milímetros, durante um período.

Através da Lei Federal nº 12.608/2012, que estabeleceu a Política Nacional de Defesa Civil, aborda que os municípios devem divulgar os dados sobre os indicadores pluviométricos para que qualquer morador da cidade, ou até mesmo visitantes, possam ter acesso livre a esta informação.

De acordo com o INPE (2014) o índice pluviométrico refere-se à quantidade de chuva por metro quadrado em determinado local e em determinado período e necessariamente o índice é calculado em milímetros. Outra questão importante a se destacar, é que os níveis pluviométricos são calculados entre às oito horas da manhã de um dia e se estende até às sete horas da manhã do dia posterior.

Através de dados obtidos do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, os índices pluviométricos de Palmas TO de 2005 a 2018, estão representados na tabela a seguir:

Tabela 3 – Precipitação média mensal

Precipitação Média (mm) - 2005 a 2018	
Janeiro	306,12
Fevereiro	277,23
Março	265,29
Abril	179,94
Maiο	61,16
Junho	6,53
Julho	0,16
Agosto	0,36
Setembro	54,33
Outubro	127,73
Novembro	223,87
Dezembro	252,06

Anual

1.754,78

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia – INMET

O Semasa (2014) fornece a classificação das chuvas, onde podem ser: chuva fraca, fraco moderada, moderada, moderada forte e forte, e o índice pluviométrico em milímetros por hora de quanto estas chuvas geram em média pode precipitar.

- a) Chuva fraca: de 0,1 a 10 mm/h;
- b) Fraco-moderada: de 10 a 20 mm/h;
- c) Moderada: de 20 a 30 mm/h;
- d) Moderada-forte: 30 a 40 mm/h;
- e) Forte: acima de 40 mm/h. (SEMASA, 2014).

Ante o exposto, observa-se que os meses de novembro a maio são os que possuem maior abundância de água, sendo que nessa época, o projeto poderá ser aplicado de forma satisfatória. Ao menos se for sob o enfoque dos índices pluviométricos da região.

3.5 CÁLCULO PELO MÉTODO AZEVEDO NETO

A fórmula a ser utilizada prevista na NBR 15527/2007, chamada de Método Azevedo Neto, é a seguinte: $V = 0,042 \times P \times A \times T$. Onde:

V = valor numérico do volume de água aproveitável e o volume de água do reservatório, expresso em litros (L);

P = valor numérico da precipitação média anual, expressa em milímetros (mm).

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

T = valor numérico do número de meses de pouca chuva ou estiagem. São seis meses de pouca chuva e estiagem.

Assim, o cálculo fica: $V = 0,042 \times 1.754,78 \times 236,24 \times 6$.

- ✓ Total: 104.466,40 litros por ano.
- ✓ Dividindo por 12, fica: 8.705,5 litros.

O consumo médio mensal na residência é de 20.000 litros com base na fatura de água do mês de outubro deste ano.

Figura 8: Fatura mensal de água

BRK Ambiental
 COMPANHIA DE SANEAMENTO DO TOCANTINS
 312 Sul, Av. LO 05 - CEP 77.021-200 - Palmas - TO
 CNPJ: 25.089.509/0001-83 I.E. 29.031.448-8
 www.brkambiental.com.br/tocantins

FATURA MENSAL DE ÁGUA/ ESGOTO/SERVIÇOS

CDC - CÓDIGO DO CLIENTE 1170112-9	REFERÊNCIA 09/2019	DATA VENCIMENTO 03/10/2019	VALOR A PAGAR - R\$ 207,94
NOME			
ENDEREÇO 407 S AL. 01 N. 0 - QI 24 LT 21 407 SUL, PALMAS - CEP 77015-692			
TIPO DE FATURAMENTO ÁGUA/ESGOTO	CATEGORIAS / ECONOMIAS RES 1	TIPO DE CONSUMO FATURADO MEDIDO	
HIDRÔMETRO Y165373666	IDENTIFICAÇÃO 00.0000.365.000.1060.00	CÓDIGO DA FATURA 24600206	

Fonte: Pesquisa acadêmica

4. ORÇAMENTO DO SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS

Tabela 4 - Orçamento dos sistemas de aproveitamento de águas pluviais

Item	Código Banco	Descrição	Und	Quant.	Valor Unit	Valor Unit com BDI	Total	Peso (%)
1	EN80 Próprio	CAIXA D'ÁGUA EM POLIETILENO, 2000 LITROS, COM ACESSÓRIOS	UN	4	1.130,81	1.130,81	4.523,24	81,80 %
2	89584 SINAPI	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SÉRIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 100 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM CONDUTORES VERTICAIS DE ÁGUAS PLUVIAIS. AF_12/2014	UN	6	23,86	23,86	143,16	2,59 %
3	89693 SINAPI	TÉ, PVC, SÉRIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 100 X 100 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM CONDUTORES VERTICAIS DE ÁGUAS PLUVIAIS. AF_12/2014	UN	2	39,96	39,96	79,92	1,45 %
4	89578 SINAPI	TUBO PVC, SÉRIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 100 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM CONDUTORES VERTICAIS DE ÁGUAS PLUVIAIS. AF_12/2014	M	10	25,00	25,00	250,00	4,52 %
5	EN81 Próprio	KIT PROTETOR DE CALHAS	UN	1	468,14	468,14	468,14	8,47 %
5	00037458 SINAPI	MANGUEIRA CRISTAL, LISA, PVC TRANSPARENTE, 1/2" X 2 MM	M	50	1,30	1,30	65,00	1,18 %
							Total sem BDI	5.529,46
							Total do BDI	0,00
							Total Geral	5.529,46

Fonte: Sinapi – 09/2019

Essa tabela fornece preços de insumos e mão de obra. Foi elaborado um orçamento sintético no mês de setembro de 2019, que buscou os valores indicados na SINAPI e que melhor se aplicou à localidade de execução do projeto de aproveitamento de água pluvial em Palmas-TO.

5. RESULTADOS E DISCURSSÃO

Figura 9: Calhas da residência



Fonte: Pesquisa acadêmica (2019)

A esse respeito destacam-se as lições de Tomaz (2010), o qual ressalta que nas residências, a função de captação da água pluvial é realizada, preferencialmente, pela superfície dos telhados, por apresentar menor índice de impurezas. As calhas da residência são situadas na extremidade da superfície nos termos das normas existentes. Com isso, o escoamento da água ocorrerá de forma natural (gravitacional). Há, ainda, uma pequena inclinação em todo o assoalho das calhas de modo que as águas sejam direcionadas e canalizadas para um cano empregado para o direcionamento das águas para as caixas de água. Isso porque o ângulo de desnível necessário facilita o escoamento.

Figura 10: Locais das futuras calhas da residência (Panorâmica)



Fonte: Pesquisa acadêmica (2019)

No presente tópico se ressaltou o potencial da instalação e os aspectos estruturais externos da casa.

Para o cálculo da economia da taxa de água multiplica-se o valor cobrado por m^3 do responsável pelo fornecimento de água na cidade, pelo volume captado, e então obtém-se o valor economizado por ano na taxa de água, para isso foi usada a seguinte equação abaixo. Desse modo, a economia taxa água = Valor m^3 x Valor captado. Destaca-se que Valor do m^3 é em reais (BRITO 2015).

O ideal é que no que se refere ao comparativo fatura de água antes e após a execução do projeto, o procedimento focará na divergência de valores das faturas e de consumo por metros cúbicos constantes nas contas de água. Para tal verificação, recomenda-se que sejam analisados dois meses antes da execução do projeto e os dois meses posteriores. Em virtude desse procedimento necessitar de um lapso temporal maior, até mesmo em virtude do período de chuvas, é necessário que seja acompanhado no decorrer do período chuvoso.

O consumo médio da residência está delineado abaixo:

- ✓ Consumo mensal: 20 m^3 ;
- ✓ Quantidade de pessoas na casa: 2;
- ✓ Consumo per Capita = 10.000 litros ao mês, sendo 333,33 litros por dia;
- ✓ Consumo Diário = 2 x 333,33 = 666 Litros

O cálculo de economia referente ao esgoto é obtido da multiplicação do valor em m³ pelo volume captado e por 0,80. Isso porque a cada 1 litro de água que chega na residência é cobrado 0,8 litro para o tratamento do esgoto. No que diz respeito à economia, utiliza-se a seguinte equação: Retorno do Investimento = Valor Investido / Economia Anual (BRITO, 2015).

Ante os dados apresentados, considerando que a tarifa de consumo da água e taxa de esgoto somam R\$ 208,00 reais em média (utilizando como base o mês de referência de outubro de 2019), o cálculo é bastante simples, utilizando, para tanto, a regra de três. Ao final, multiplica-se o valor de R\$208,00 (referente aos 20m³ consumidos mensalmente) por 43,53% (equivalente à economia média). O resultado da economia mensal é de R\$ 90,54 (noventa reais e cinquenta e quatro centavos). Trata-se de uma média, vale ressaltar.

O projeto custou, segundo tabela já citada, a quantia de R\$ 5.529,46. A economia anual é de R\$ 1086,48. Dividido o valor do projeto com a economia anual (5.529,46/1086,48) obtém-se o seguinte resultado (aproximado): 5. Tal resultado significa que o projeto se pagará em 5 anos.

Em residências unifamiliares com poucos moradores não se torna viável economicamente o sistema, porém em questão de sustentabilidade se ganha muito com modelo de aproveitamento de água (FRACASSO, 2017).

Ante o exposto, podem ser analisadas as seguintes vantagens e desvantagens:

- Vantagens – Sistema sustentável; Minimização de enchentes; Economia na conta de água; Habitabilidade.
- Desvantagens – Longo prazo para que o investimento tenha retorno.

Dessa forma, conforme o objetivo do trabalho o potencial aproveitamento da água da chuva com reservatório de baixo custo é uma ótima alternativa, pois contribui para o meio ambiente, uma vez que reduz o desperdício de água potável, além de ajudar no controle de cheias, sendo esta direcionada para fins não potáveis. Além disso, reduz os custos com água e esgoto, diminuindo a utilização de água potável em tarefas domésticas, além de ajudar na preservação da água.

A água é um dos recursos mais utilizados, seu desperdício e poluição fazem parte do grupo de maiores desastres causados pelo homem. O consumo exagerado em atividades domésticas e lazer é a grande causa do desperdício.

Dentre os recursos naturais, a água doce, fundamental para vida no planeta, hoje é o mais ameaçado recurso, tanto devido à escassez como também a qualidade. As intensas e crescentes agressões ao ambiente vêm comprometendo cada vez mais a qualidade e quantidade dos recursos hídricos disponíveis. Ao mesmo tempo, os recursos hídricos vêm sendo desperdiçados de diferentes formas em todo o mundo, sobretudo nos grandes centros urbanos. Esse quadro é uma crescente preocupação mundial, considerando que a água potável é um recurso natural finito, cada vez mais caro e escasso (SANTOS, 2012).

O reconhecimento do desperdício da água potável e a análise para o aproveitamento da água pluvial através de um sistema de calhas, filtração e armazenamento, visa, acima dos pressupostos da viabilidade econômica, aplicar meios de preservar a natureza. O desconhecimento, a falta de orientação e sensibilização das pessoas quanto à quantidade de água perdida pelo mau uso dos aparelhos e equipamentos hidráulicos, bem como vazamentos nas instalações, são alguns dos fatores responsáveis pelo desperdício de água, principalmente quanto ao desperdício em suas próprias residências. Além disso, “os problemas de vazamentos no sistema público são responsáveis por grande parcela de desperdício de água” (COGERH, 2007).

6 CONCLUSÃO

Em sede de conclusão, verificou-se que o sistema de captação e aproveitamento de água permite a redução do consumo de água potável nas construções, levando a uma economia na utilização das águas nobres, além de contribuir para o controle de cheias. Entre as utilizações, podem ser citadas as seguintes: Irrigação de jardins; limpeza da residência; lavagem de carro etc.

Ressalta-se, que conforme apontado pela revisão de literatura, o sistema de captação e aproveitamento de água de pluvial, consiste no aproveitamento da água da chuva que cai sobre a área de captação. A água é conduzida para o reservatório através de calhas, condutores horizontais e verticais, passando por filtros. A água é armazenada no reservatório inferior e destinada aos pontos, onde é distribuída para os fins não potáveis.

Para o dimensionamento do sistema de captação e aproveitamento da água da chuva são necessários levantamentos de dados dos índices pluviométricos de cada região. No entanto, é necessário o entendimento de quais são os efeitos da falta de planejamento das cidades, e quais consequências a água da chuva interfere na urbanização desenfreada.

Na residência objeto do presente estudo, observou-se que em época de chuvas, a água servida pode resultar em uma economia de 43,53% do abastecimento da mesma pela concessionária, no que consiste em valores em torno de R\$ 90,54 (noventa reais e cinquenta e quatro centavos). Os gastos empreendidos e demonstrados no presente estudo serão cobertos pela economia no prazo de quatro anos.

No entanto, devido à fase de mudanças climáticas, ocorrem períodos de baixas precipitações ou até mesmo estiagem, já que a quantidade de aproveitamento da água pluvial depende da área de captação dos telhados e da quantidade de chuva precipitada.

Assim, o sistema de captação e aproveitamento de água permite a redução do consumo de água potável nas residências, levando a uma economia na utilização das águas nobres, além de contribuir para o controle de cheias, tornando o consumo sustentável e consciente.

REFERÊNCIAS

- ABNT. **Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos**. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro, NBR 15527 – 2007.
- BOTELHO, M. H. C. **Águas de chuva: engenharia das águas pluviais nas cidades**. 3. ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2011.
- CARDOSO, C. H. A. **Eficiência da captação de águas pluviais em boca-de-lobo com defletores**. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, SP, 2003.
- CASTRO, A. L. P.; SILVA, C. N. P.; SILVEIRA, A. **Curvas Intensidade-Duração-Frequência das precipitações extremas para o município de Cuiabá (MT)**. Revista *Ambiência*, Guarapuava, PR, v. 7, n. 2, jan./abr., 2011.
- CERQUEIRA, Wagner. **Aquecimento Global**. 2014. Disponível em: www.brasilecola.com.br. Acesso em 21 de março de 2019.
- CRUZ, A. S. M.; SOUZA, C. F.; TUCCI, C. E. M. **Controle da drenagem urbana no Brasil: Avanços e mecanismos para sua sustentabilidade**. In: XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2007, São Paulo. Anais do XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos: ABRH. 2017.
- FORGIARINI, F. R. **Avaliação de Cenários de Cobrança pela Drenagem Urbana de Águas Pluviais**. In: XVII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 2017, São Paulo. Anais do XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos: ABRH. 2017.
- FURTINI, M. B. **Análise temporal da permeabilidade da superfície urbana da sub-bacia do córrego centenário em Lavras – MG**. Revista *Ciênc. agrotec.*, Lavras, MG, v. 31, n. 4, jul./ago., 2017.
- GARCIA, J. I. B. **Proposta de roteiro para coleta de dados visando diagnóstico da drenagem urbana em planos diretores municipais**. 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2015.
- GRIBBIN, John E. **Introdução a hidráulica e hidrologia na gestão de águas pluviais**. Tradução: Glauco Peres Damas. Editora Cengage Learning, São Paulo, 2009.
- HERZOG, C. P.; ROSA, L. Z. **Infraestrutura Verde: Sustentabilidade e Resiliência para a Paisagem Urbana**. Revista *Labverde*, São Paulo, SP, v. 1, n. 1, out. 2010.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.
- MENEZES FILHO, F. C. M.; COSTA, A. R. **Verificação do dimensionamento das galerias de águas pluviais em uma sub-bacia do córrego botafogo na cidade de**

Goiânia-GO. Revista Eletrônica de Engenharia Civil, Goiânia, GO, v. 1, n. 4, jul. 2012.

MENEZES FILHO, F. C. M.; ZAQUE, R. A. M. DIMGAP 1.0: **Aplicativo para o dimensionamento de galerias de águas pluviais e análise de custos envolvidos.** In: XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2011, Maceió. Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos: ABRH. 2017.

MORUZZI, R. B. et al. **Proposta de roteiro para coleta de dados visando diagnóstico da drenagem urbana em planos diretores municipais.** Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais, Guarapuava, PR, v. 5, n. 3, set./dez. 2012.

MOURA, P. M. **Contribuição para a Avaliação Global de Sistemas de Drenagem Urbana.** 2004. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2004. PMG – PREFEITURA MUNICIPAL DE GOIÂNIA. Drenagem Pluvial Urbana: Memorial Justificativo. Goiânia, 2005. Anexo IV.

RIGHETTO, Antônio Marozzi (coordenador) e outros (36 autores). **Manejo de águas pluviais urbanas.** Rio de Janeiro: ABES 2009. 396p. (ISBN: 978-85-7022-162-9).

SANTOS, Simone Martins. **O auditor ambiental.** 2010. Disponível em www.ufsc.br. Acesso em 25 de março de 2019.

TOMAZ, Plínio. **Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis.** 2. ed ; Editora Navegar, São Paulo, 2015.

Documentos candidatos

Arquivo de entrada: 2019-2 TCC2 MATHEUS DE SOUSA AMORIM GAMA.docx (9046 termos)

pt.wikipedia.org/wik... [0,5%]

docero.com.br/doc/1c... [0,43%]

github.com/phcamargo... [0,28%]

sobiologia.com.br/co... [0,12%]

academia.edu/1053365... [0,12%]

informaabc.com.br/ed... [0,11%]

alameda41.com/ [0,02%]

leroymerlin.com.br/f... [0%]

Arquivo encontrado	Total de termos	Termos comuns	Similaridade (%)
pt.wikipedia.org/wik...	Visualizar	57	0,5
docero.com.br/doc/1c...	Visualizar	51	0,43
github.com/phcamargo...	Visualizar	27	0,28
sobiologia.com.br/co...	Visualizar	12	0,12
academia.edu/1053365...	Visualizar	12	0,12
informaabc.com.br/ed...	Visualizar	11	0,11
alameda41.com/	Visualizar	2	0,02
r.search.yahoo.com/_...	-	-	-
r.search.yahoo.com/_...	-	-	-
leroymerlin.com.br/f...	Visualizar	0	0

Parece que o documento foi removido do site ou nunca existiu. HTTP response code: 404

Parece que o documento foi removido do site ou nunca existiu. HTTP response code: 404