

REUSO DE ÁGUA DA CHUVA PARA FINS NÃO POTÁVEIS NUMA EDIFICAÇÃO LOCALIZADA EM JANUÁRIA – MG

Guilherme Willer Alves Braga (*), Matheus Henrique Lafeté, Marcia Maria Guimarães

* Acadêmico de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Montes Claros (MG) – UNIMONTES.

E-mail: guilhermewiller81@outlook.com

RESUMO

Além de ser um recurso natural renovável, limitado e imprescindível à manutenção da vida na Terra, a água em circulação no ciclo hidrológico pode ser captada pelo homem e utilizada para diversos fins, os quais englobam desde a simples irrigação de hortaliças até grandes atividades econômicas como projetos de barragens para abastecimento de grandes cidades, ou geração de energia hidrelétrica. A sua falta, porém, tornou-se uma das grandes preocupações atuais, fazendo com que o uso consciente e o estabelecimento de práticas sustentáveis sejam colocados como prioridades pelas nações mundiais. Nesse contexto, este estudo discorre a respeito do aproveitamento de águas pluviais para usos não potáveis em uma edificação localizada na cidade de Januária-MG. Foram realizados estudos para a construção de um reservatório para armazenamento da água da chuva, sendo que a reutilização de águas pluviais em aparelhos que não consomem água potável, como as bacias sanitárias, influenciará diretamente no valor pago para a companhia de abastecimento de água como também, na quantidade de água potável que seria usada de maneira inadequada em descargas sanitárias. O estudo, portanto, reflete diretamente as condições atuais do país, que vem sofrendo com períodos de escassez hídrica e aumentos de áreas secas. Como uma alternativa para o consumo consciente de água potável, este estudo esclarece como são feitos os cálculos e dimensionamentos da área de captação de águas pluviais e do reservatório com capacidade de 26,7 m³, trazendo também economia gerada aos condôminos ao utilizar a água pluvial em 6,83% no consumo de água mensal do prédio. Considerando que o período de chuva é de outubro a abril, em que o reservatório estará sempre sendo abastecido, o condomínio terá uma economia anual de R\$ 5.150,64, além de contribuir com a redução do escoamento superficial para o sistema de drenagem pluvial.

PALAVRAS-CHAVE: Captação de Água de Chuva, Rede de Água Potável, Rede de Descarga e Esgoto, Rede de Águas Pluviais, Reuso da Água.

INTRODUÇÃO

Além de ser um recurso natural, limitado e imprescindível à manutenção da vida na Terra, a água em circulação no ciclo hidrológico pode ser captada pelo homem e utilizada para diversos usos, os quais englobam desde a simples irrigação de hortaliças até grandes atividades econômicas como projetos de barragens para abastecimento de grandes cidades, ou geração de energia hidrelétrica. Esses fatos caracterizam a água como um recurso renovável pelos processos do ciclo hidrológico.

Se por um lado o Brasil concentra cerca de 12% de todas as reservas de água existentes no mundo, por outro é espacialmente má distribuída no país, devido às diferentes condicionantes geomorfológicas e climatológicas, que fazem com que a água se distribua de forma irregular, tanto no tempo como no espaço. Assim, podem ser observadas grandes variações sazonais e interanuais dos volumes de água nas bacias hidrográficas, fazendo com que quanto mais variável for o regime hidrológico, menor será a disponibilidade dos recursos hídricos naturais.

Segundo Maia (2016) como decorrência de uma intensa seca no ano de 2014 e uma cadeia de desacertos de planejamento, instalou-se um verdadeiro colapso da água no Brasil, o que provocou a queda dos níveis dos reservatórios de abastecimento de grandes cidades, com evidência para São Paulo, que viveu um de seus períodos de recessão hídrica mais dramáticos de toda a sua história.

Atualmente o país tem enfrentado novamente problemas de recessão hídrica. De acordo com o Monitor de Secas da ANA (2021), em comparação com abril/2021 foram observados em maio/2021 aumentos das áreas com seca em 20 unidades da federação, dentre elas Minas Gerais, onde se observou a segunda maior área com aumento de seca no país, totalizando 450.923 km² de secas em 76,88% da área total do Estado. A expansão da seca, classificada pela ANA como grau de severidade “excepcional”, atingiu parte do Triângulo Mineiro devido à persistência de chuvas abaixo da média, enquanto que a de grau “moderado” teve expansão no noroeste e sudeste do Estado (ANA, 2021).

Visando reduzir os impactos nos recursos hídricos devido aos eventos de secas, o sistema de reuso de água da chuva para fins não potáveis surge como uma medida não convencional de conservação da água, que vem sendo utilizada em

países desenvolvidos, onde esse tipo de sistema representa mecanismos eficientes de reuso. Em algumas cidades do nordeste brasileiro utilizam-no como fonte de suprimento de água, devido à escassez sofrida na maior parte do ano.

Entende-se como conservação da água o conjunto de ações que visam a sua economia e preservação, seja nas bacias hidrográficas, seja no sistema público de distribuição, seja ainda na implementação de reuso nas edificações. As vantagens desse sistema são reduzir o consumo de água potável abastecida pelas companhias de saneamento, economizando água, além de contribuir para a rede do escoamento superficial, quando da ocorrência de inundações nas bacias urbanas.

Assim como as inundações, as secas também são fenômenos aleatórios cíclicos, havendo necessidade de se buscar alternativas para minimizar impactos decorrentes da escassez hídrica. O desperdício e o uso indiscriminado da água são fatores que podem agravar a escassez da água.

OBJETIVO

Visando mitigar os efeitos danosos de ocorrência de secas o presente trabalho tem o objetivo de realizar um projeto para captação e reuso da água da chuva num edifício residencial, localizado no município de Januária-MG, para usos não potáveis nas descargas sanitárias, lavagem de roupas e na rega dos jardins.

O município de Januária foi escolhido para este estudo por integrar o semiárido mineiro e por possuir uma grande variabilidade e vulnerabilidade climática, características essas que o insere no espaço geográfico de abrangência do semiárido brasileiro, conforme cita o CECS (2021).

Nesse sentido, o dimensionamento criterioso das instalações hidráulicas de uma edificação é muito importante. Por ele classifica-se: (i) o tipo de clesidra em função do número de habitantes e do padrão da construção, (ii) o tamanho do reservatório de água (caixa d'água) em função do número de habitantes, (iii) a tubulação em função dos aparelhos utilizados, desde o aparelho final, passando pelas prumadas, barriletes até chegar ao reservatório.

A partir desse dimensionamento, também é possível estabelecer o volume de água que será expelido do edifício, possibilitando o dimensionamento da rede de descarga e esgoto. Visando o consumo sustentável de água, pode ser elaborado um estudo sobre a viabilidade: (1) técnica da implantação de um sistema de captação e uso da água chuva; (2) econômica da implantação dum sistema de captação e uso das águas pluviais, reduzindo assim, o desperdício de água potável e gerando economia na conta mensal de água.

Na análise de viabilidade técnica serão consultadas as Normas Brasileiras. Na análise de viabilidade econômica, serão considerados os valores: (1) do consumo médio mensal não potável na edificação; (2) da redução anual do custo com água potável com implantação do sistema de captação e uso das águas pluviais, considerando o período chuvoso do município, isto é, de outubro à abril (6 meses do ano).

METODOLOGIA

A metodologia adotada no trabalho está representada na **Figura 1**, sendo que todas as etapas serão mostradas nos resultados e discussões deste resumo expandido.

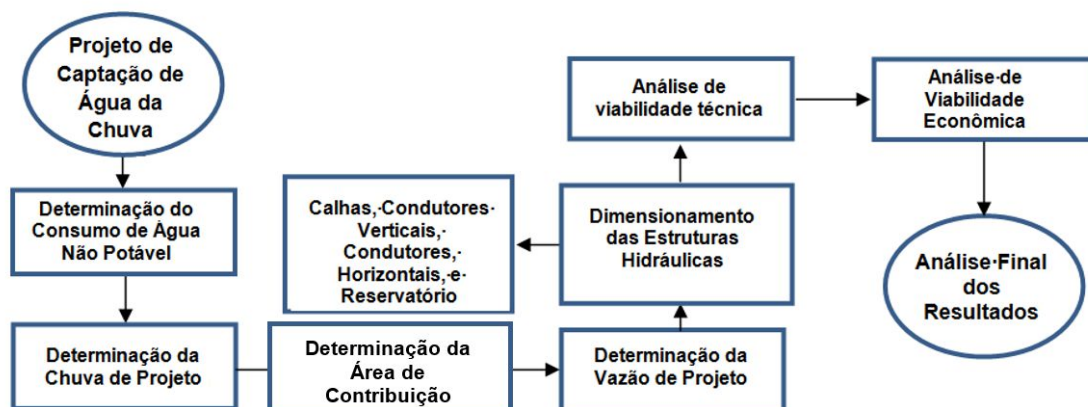


Figura 1: Fluxograma metodológico para estudo da captação de águas pluviais. Fonte: Guimarães, 2021

Área de Estudo

De acordo com o seu Plano de Saneamento Básico, o município de Januária encontra-se localizado na região sudeste do Brasil (Latitude: 15°29'16"S, Longitude: 44°21'43"O) e norte do Estado de Minas Gerais (**Figura 2**). O clima, segundo a classificação de Köppen, é o Aw (tropical com estação seca de inverno). Apresenta valores de precipitação média anual superior a 750 mm e temperatura média anual de 27°C (PMSB, 2014). Possui uma população de 67.852 habitantes e uma área territorial de 6.661,588 km² (IBGE, 2010).

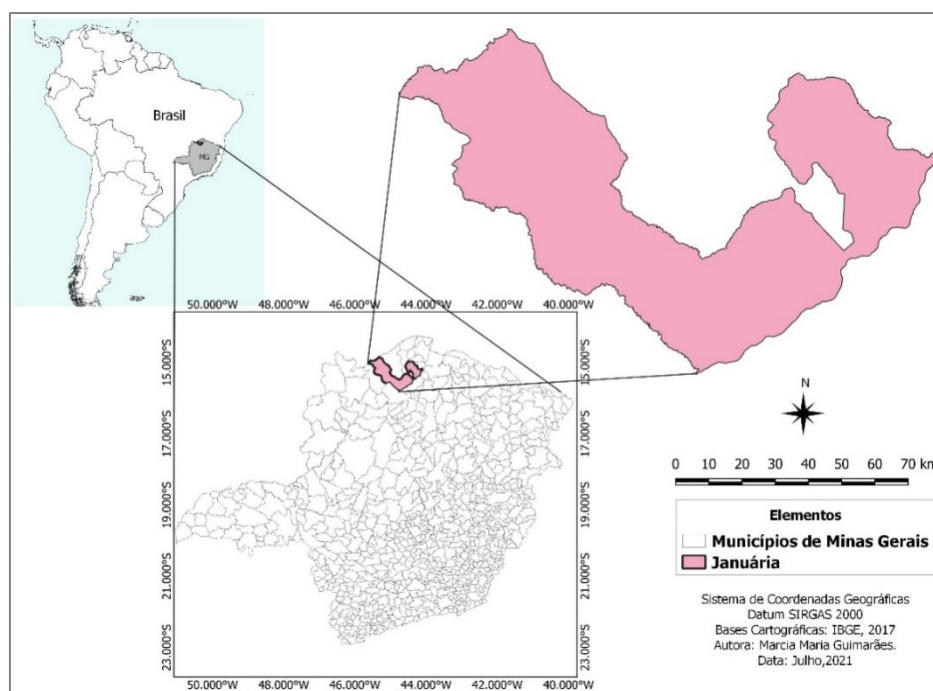


Figura 2: Localização do município de Januária-MG. Fonte: Autores do Trabalho.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O projeto trata de um edifício residencial padrão luxo, com oito pavimentos, com portaria no térreo e dois apartamentos por andar superior, totalizando 12 apartamentos dos quais possuem 2 dormitórios, que contabilizam 2 pessoas por dormitório mais 2 pessoas para cada vestiário dos funcionários. O dimensionamento das instalações prediais de água fria seguiu a norma da ABNT-NBR-5.626/1998, atualizada pela norma ABNT-NBR-5.626/2020. Essas estabelecem as exigências mínimas quanto à higiene segurança, economia e conforto às instalações prediais de água fria.

As edificações brasileiras, normalmente, utilizam um reservatório superior, o que faz com que as instalações hidráulicas funcionem sob baixa pressão. O reservatório inferior se faz necessário em prédios com mais de três pavimentos (acima de 9 m de altura), pois, geralmente, até esse limite, a pressão na rede pública é suficiente para abastecimento do reservatório elevado. Nesses casos, há necessidade de dois reservatórios: um na parte inferior e outro na superior da edificação, o que também evitará a sobrecarga nas estruturas. Na edificação deste estudo foi calculado um número de 52 habitantes, proporcionando assim o dimensionamento do reservatório de água, uma vez que para cada morador de uma edificação padrão luxo a norma adequa um consumo de 250 litros por habitante por dia e o consumo diário do prédio tendo o consumo *per capita* multiplicado pelo número total de residentes. Para reservatórios domiciliares, recomenda-se uma distribuição da reservação total em 60% para o reservatório inferior e 40% para o superior.

A edificação será em alvenaria convencional, tijolo cerâmico, com estrutura das lajes, vigas e pilares em concreto armado. As instalações de água fria e esgoto serão de PVC e o sistema de abastecimento da rede interna será indireto. A rede de distribuição interna é iniciada após o dispositivo de medição de consumo, o hidrômetro de diâmetro de ½ com categoria residencial, até os pontos de utilização, logo são as tubulações que fazem com que a água chegue aos aparelhos de utilização. A distribuição de água é feita por meio de um conglomerado de encanamentos, sendo eles: barrilete, prumadas, ramais e os sub-ramais.

Levando em consideração que todos os apartamentos serão iguais, foram dimensionados os sub-ramais, os ramais, as prumadas e os barriletes em função dos aparelhos que foram escolhidos nos seguintes cômodos dos apartamentos, a cozinha e área de serviços, o banheiro social, o banheiro suíte e os vestiários localizados no piso térreo.

Dando continuidade ao projeto, o dimensionamento das instalações de descarga e esgoto sanitários foi elaborado com base na norma brasileira que aborda e regulamenta as instalações de esgoto sanitário, a ABNT-NBR 8.160/1999, na qual se define que o sistema de esgoto sanitário (SES) tem por função básica coletar e conduzir despejos provenientes do uso adequado dos aparelhos sanitários a um destino apropriado, pressupondo-se a não utilização do SES como destino para resíduos de outra natureza que não seja o esgoto. O sistema foi dimensionado utilizando os métodos das Unidades Hunter de Contribuição (UHC). A UHC é um número que leva em consideração a probabilidade de simultaneidade de uso associado à vazão dos aparelhos sanitários em hora de contribuição máxima.

Dando seguimento ao estudo, a próxima etapa foi relacionada ao dimensionamento de captação de água de chuva. A área do terreno é de 360 m² e o pavimento térreo terá uma área construída de 177 m². A partir do consumo de água médio mensal (390.000 litros), foi feito o cálculo do consumo de água não potável, considerando este 29% do consumo de água médio mensal (113,100 litros). Para o dimensionamento das estruturas que irão compor o sistema de captação de água de chuva, foi importante estudar as intensidades médias de precipitação da cidade de Januária, cujos parâmetros foram obtidos por meio do Programa *Pluvio 2.1* (GPRH-UFV, 2005), conforme equação (1),

$$i = \frac{1513,706 \cdot T^{0,155}}{(t + 19,554)^{0,813}} \quad \text{equação (1)}$$

onde, *i* é a intensidade média da precipitação intensa (mm/h); *T* é o tempo de retorno (anos); e *t* é a duração da precipitação (minutos).

A partir dessa Equação IDF (Intensidade X Duração X Frequência), foram construídas as Curvas de Precipitação da cidade de Januária-MG, para períodos de retorno de 1,2, 2, 5, 10, 15, 20, 25, 50 e 100 anos e durações de chuva de 5 a 120 minutos (**Figura 3**). Os períodos de retorno de 1, 5 e 25 anos são definidos pela Norma NBR:10.844/89 para captação de áreas conforme a seguir. *T* = 1 ano, para áreas pavimentadas, onde empoçamentos possam ser tolerados; *T* = 5 anos, para coberturas e/ou terraços; *T* = 25 anos, para coberturas e áreas onde empoçamento ou extravasamento não possa ser tolerado.

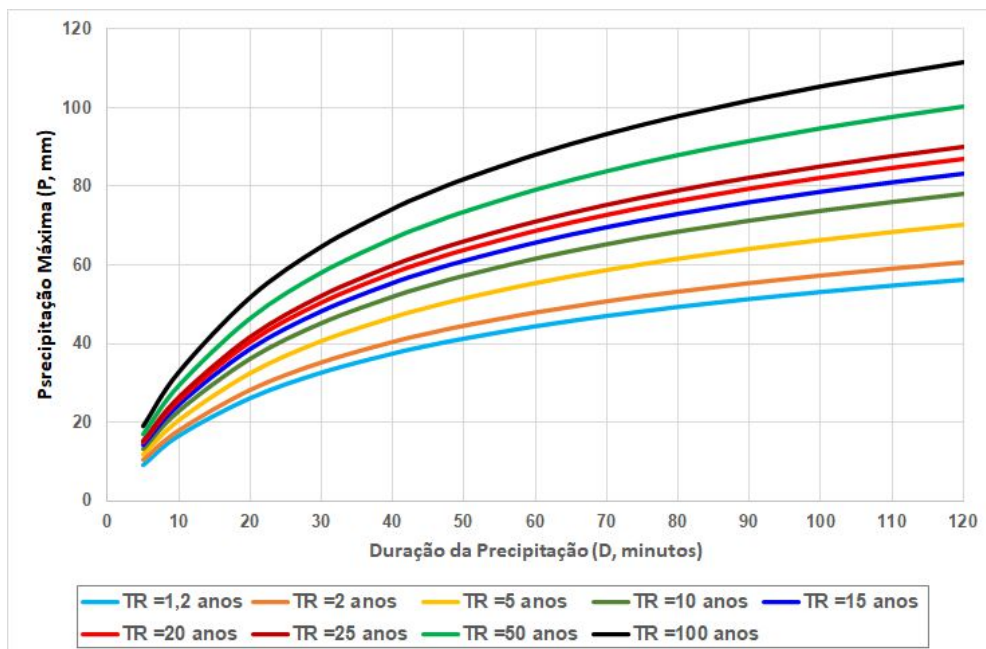


Figura 3: Curvas de Precipitação Intensa na Cidade de Januária-MG. Fonte: Autores do Trabalho.

A partir da intensidade pluviométrica da chuva na cidade foi feito o dimensionamento de todo o sistema de captação de águas pluviais, esse que será utilizado para o estudo da viabilidade de um reservatório para a captação dessa água para a utilização pelos condôminos.

Para o cálculo da área de captação de cada do telhado, aplicou-se a expressão apresentada na NBR:10.844 (ABNT, 1989),

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

sendo, **A** = área do telhado (m²), **a** = largura de uma água do telhado (m), **b** = comprimento do telhado (m) e **h** = altura do telhado (m). Neste estudo, foram utilizados **a** = 3,69 m, **h** = 0,60 m e **b** = 5,90 m.

Foi determinada a vazão de referência para dimensionamento das calhas, condutores verticais e reservatório, por meio do método racional,

$$Q = C I A \quad \text{equação (3)}$$

onde, **Q** = vazão de projeto (m³/s), **I** = intensidade pluviométrica em (m/s), **A** = área de contribuição (m²) e **C** = coeficiente de deflúvio ou coeficiente de escoamento superficial ou coeficiente de *run-off*. Neste estudo, considerou-se **C** = 0,98.

Assim, no cálculo da vazão de projeto do telhado foram feitos os cálculos da área do telhado e da área de contribuição externa (área do terreno subtraída a área construída do terreno). A vazão de projeto foi dimensionada a partir da área de contribuição das calhas localizadas no telhado, tendo em vista que no projeto em epígrafe as calhas recebem mais de uma água de telhado.

O dimensionamento das calhas foi feito através da fórmula de Manning-Strickler, indicada a seguir (GUIMARÃES, 2021),

$$Q = \frac{1}{n} A R_H^{2/3} S^{1/2} \quad \text{equação (4)}$$

onde, **Q** = vazão volumétrica (m³/s), **A** = área da seção transversal (m²); **R_H**= raio hidráulico (m); **S** = declividade longitudinal da calha, **n** = coeficiente de resistência ao escoamento de Manning com dimensões (m^{-1/3}s). Neste dimensionamento foram considerados: **n** = 0,013 m^{-1/3}s, **A** = 0,0208 m², **R_H** = 0,0495 m e **S** = 0,002 m/m.

Para o dimensionamento do reservatório de águas pluviais, a NBR 15.527(ABNT, 2007) apresenta seis métodos, sendo eles: Método de Rippl, Método da Simulação, Método Azevedo Neto, Método Prático Alemão, Método Prático Brasileiro, Método Prático Australiano.

Para dimensionamento do reservatório adotou-se o Método Prático Inglês, que é um dos métodos mais utilizados e de fácil aplicação. Obtém-se o volume do reservatório por intermédio da equação apresentada pela ABNT-NBR:15.527 (2007),

$$V = 0,05 P \cdot A \quad \text{equação (5)}$$

onde, **V** = volume do reservatório (litros); **P** = precipitação pluviométrica anual média (mm); **A** = área de captação (m²). Na aplicação considerou-se **P** = 1481 mm (FAZENDA EM MINAS 2021).

CONCLUSÕES

Levando em consideração que o consumo de água do edifício em epígrafe é de 390 m³/mês, sua tarifa mensal, de acordo com a ARSAE (2020), será de R\$16,101/m³ de água e R\$ 16,101/m³ de EDT (esgoto dinâmico com coleta e tratamento), totalizando um gasto mensal de R\$ 12.558,78.

Com a implementação do reservatório para armazenamento de águas pluviais, sendo sua capacidade de 26,7 m³, esse contribuirá com a diminuição do consumo de água potável trazendo consigo a diminuição de 6,83% no consumo de água mensal do prédio, correspondentes à R\$ 858,44 do gasto total, ocasionando uma redução nos impactos ambientais e na tarifa mensal de água. Considerando o período de chuva de outubro a abril, em que o reservatório estará sempre abastecido, o condomínio terá uma economia anual de R\$ 5.150,64.

Conclui-se que a médio e longo prazos o investimento se torna viável, uma vez que ao utilizar a água da chuva para os consumos de água não potável a edificação diminui o valor na fatura mensal de água e ainda ajuda o meio ambiente com o consumo sustentável de água, preservando assim os reservatórios naturais de água do planeta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). **Monitor de Secas**. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/noticias-e-eventos/noticias/monitor-de-secas-registra-aumento-da-area-com-o-fenomeno-em-seis-estados-e-maior-severidade-da-seca-em-10-unidades-da-federacao-em-maio> Acesso em 21/07/2021.
2. Agência Reguladora de Serviços de Água e Esgoto de MG (ARSAE). **Tabela Tarifária da COPASA 2020/2021 da Resolução ARSAE MG 141** de 22 de junho de 2020. Disponível em: <http://www.arsae.mg.gov.br/politica-de-privacidade/page/262-tarifas-copasa>. Acesso em 28/05/2021.
3. Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), **NBR:10.844/1989**: Instalações prediais de águas pluviais, Rio de Janeiro, 1989, 13p.
4. Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), **NBR:5626/1998**: Instalação predial de água fria, Rio de Janeiro, 1998, 41p.
5. Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), **NBR:8160/1999**: Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução, Rio de Janeiro, 1999, 74p.
6. Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), **NBR:15.527/2007**: Água da chuva – aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – requisitos. Rio de Janeiro. 2007, 8p.
7. Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), **NBR:5626/2020**: Sistemas prediais de água fria e água quente — Projeto, execução, operação e manutenção, Rio de Janeiro, 2020, 56 p.
8. Centro de Estudos de Convivência com o Semiárido da Universidade Estadual de Montes Claros (CECS). **Relação dos municípios que fazem parte da área de atuação do projeto**. Disponível em: <http://www.cecs.unimontes.br/index.php/pt/semiario/semiario-mineiro>, 2021. Acesso em: 22/07/2021.
9. Fazenda em Minas. **Januária**, 2021. Disponível em: <https://fazendasemminas.com.br/fazendas/223-januariamg#:~:text=%C3%8Dndice%20pluviom%C3%A9trico%3A%20Precipita%C3%A7%C3%A3o%20anual%20entre,m%C3%A9dia%20anual%20de%201.481mm>. Acesso em 31/05/2021.
10. Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos da Universidade Federal de Viçosa (GPRH-UFV). **Programa PLUVIO 2.1: chuvas intensas para o Brasil**, 2005. Disponível em: <http://www.gprh.ufv.br/?area=softwares>. Acesso em 16/05/2021.
11. Guimarães, Marcia Maria. Dimensionamento de um Sistema de Captação de Água de Chuva. **Notas de aula**: Universidade Estadual de Montes Claros – UNIMONTES, 2021, 11p.
12. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Censo Demográfico 2010**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/januarua/pesqu>. Acesso em 21/07/2021.
13. Maia, João Marcello M da Rosa. Seleção de bomba e equipamentos hidráulicos para reaproveitamento de água de chuva. **TCC – Trabalho de Conclusão de Curso**; Rio de Janeiro; 2016.
14. Plano Municipal de Saneamento Básico de Januária (PMSB), 2014. **Projeto de Lei Complementar número 002/2014**, 164 p. Disponível em: http://camarajanuarua.mg.gov.br/site/images/projetos/projeto_lei_complementar_002_2014.pdf. Acesso em: 21/07/2021.

AGRADECIMENTOS

Os acadêmicos agradecem à professora Dra. Marcia Maria Guimarães, pela tutoria e liderança para a formulação deste trabalho científico, e também, por todo conteúdo acadêmico ministrado na disciplina de Instalações Hidráulicas Prediais da Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES).