

PROPOSTA DE UM SISTEMA DE CAPTAÇÃO E APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL PARA UMA INSTITUIÇÃO DE APOIO AOS PORTADORES DE NECESSIDADES ESPECIAIS NO MUNICÍPIO DE MACHADO - MG

Marcelo Pala¹

Luana Ferreira Mendes²

RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo principal apresentar propostas e analisar a viabilidade técnica para implantação de um sistema de captação e aproveitamento de água pluvial para a APAE do município de Machado – MG. Trata-se de um estudo das bases teóricas sobre o assunto, que envolve a gestão dos recursos hídricos, aproveitamento de água pluvial, normatizações, previsão de consumo de água não potável e diretrizes para o dimensionamento. O estudo de caso foi desenvolvido por meio de visitas técnicas *in loco*, no qual foram averiguados e analisados todos os dados relativos da edificação, por meio de fotos, medições, análise das plantas da edificação e cálculos. Após a análise efetuada, constatou-se que a instituição possui uma área total de captação de 655,0 m² que tem a capacidade de gerar um volume médio mensal de aproximadamente 81.087,20 litros de água pluvial, sendo possível suprir a demanda de 73.410,05 litros. Com os resultados obtidos fica expressa a viabilidade da implantação do sistema. Contudo, em períodos menos chuvosos, esta análise torna-se inviável, pois o volume trata-se de uma média mensal, portanto será proposto um método para que o sistema supra a demanda de água durante todo o ano.

Palavras-chave: Água pluvial. Captação. Aproveitamento. Viabilidade.

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho faz uma abordagem sobre a viabilidade técnica e econômica de um sistema de captação e aproveitamento de água pluvial para uma instituição de ensino na cidade de Machado-MG.

¹ Discente do Curso de Engenharia Civil no Centro Universitário do Sul de Minas.

² Docente do Curso de Engenharia Civil no Centro Universitário do Sul de Minas.

Tal abordagem se justifica devido à atual situação dos recursos hídricos no Brasil e no mundo, fazendo-se necessária a utilização de fontes alternativas para resguardar o consumo de água.

Estima-se que 70% de toda a superfície terrestre é constituída por água, sendo que destes, 3% é correspondente a água doce, componente vital para a vida dos seres humanos e demais seres vivos. A água doce é encontrada nos rios, lagos, geleiras e lençóis subterrâneos, também é proveniente do processo de precipitação da evaporação das águas dos mares (REIS, FADIGAS e CARVALHO, 2005).

De acordo com Almeida (2007) é necessário destacar a importância deste trabalho para a comunidade, pois a água que chega às residências é destinada ao uso não potável, como lavagem de roupas, carros, calçadas, irrigação de jardim e descarga de vasos sanitários. Para essas finalidades, é possível pelo sistema de captação e aproveitamento de água pluvial. Com o emprego desta fonte alternativa, intensifica-se a conservação da água, aumenta a geração de economia em relação a implantação de infraestrutura urbana para controle das enchentes potencializadas pela urbanização.

Dessa forma, o presente trabalho teve por objetivo principal propor as possíveis soluções para o desenvolvimento de um sistema de captação e aproveitamento de água pluvial que melhor se adapte às condições estruturais da edificação de uma instituição de ensino e apoio aos portadores de deficiências, nomeada Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais – APAE, no município de Machado – MG.

Este intento foi conseguido por meio de uma pesquisa de campo realizada nas dependências da APAE. Por meio de visitas *in loco* e análise do projeto arquitetônico da edificação foram efetuadas as medições necessárias para o levantamento e análise de dados.

2 SISTEMA DE CAPTAÇÃO E APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL

O desenvolvimento deste trabalho se dá através de um estudo das bases teóricas sobre o assunto, que envolve a gestão dos recursos hídricos, aproveitamento de água pluvial, normatizações, previsão de consumo de água não potável e diretrizes para o dimensionamento. Mediante o exposto, o trabalho se inicia apresentando um breve estudo sobre a gestão dos recursos hídricos.

2.1 Gestão dos recursos hídricos

É importante salientar que a disponibilidade de recursos hídricos compreende todos os recursos de água, tanto superficiais quanto subterrâneas em uma determinada região ou bacia hidrográfica, para qualquer uso. A água, além de ser um recurso essencial e imprescindível, ela é um grande fator de produção para o desenvolvimento de variadas atividades, o que acarreta no desenvolvimento econômico e tecnológico (MARINOSKI, 2007).

No Brasil, cerca de 40% da água tratada é encanada. Além disso, todos seus 100 mil cursos d'água são poluídos, podendo acarretar em uma situação caótica a longo prazo (SANTILLI, 2001).

Apesar de o Brasil apresentar grande disponibilidade de recursos hídricos, estes não estão distribuídos uniformemente pelo país, havendo um grande desequilíbrio entre oferta de água e demanda (MARINOSKI, 2007).

Em referência à água e ao desenvolvimento sustentável, a necessidade de proteção das águas, redução do consumo excessivo e ameaças crescentes de secas tem se tornado objeto de diversos tratados e declarações internacionais há décadas (DUBLIN, 1992).

De forma semelhante, na obra Tomaz (2010) nos lembra que um dos primeiros passos para diminuir o problema de escassez de água é a conscientização da relevância da economia de água, e com o apoio do governo, deve haver incentivo da população para mudança de hábitos para o uso racional da água.

Em seguida, abordaremos brevemente sobre o aproveitamento de água pluvial, que é um dos sistemas para o uso racional da água.

2.2 Aproveitamento de água pluvial

Segundo Tomaz (2010) há anos, em diversos países, já é utilizado o aproveitamento de água pluvial para consumo não potável. Esse sistema está desenvolvendo e ganhando significância à preservação de água.

Goldenfum (2015) afirma que a água de chuva é uma das mais puras fontes de água, porém ao atingir a superfície do telhado existe a eliminação da sua potabilidade por causa das poeiras, fuligens, resíduos vegetais e resíduos animais. No entanto, desde que a água seja tratada apropriadamente e os sistemas de coletas sejam construídos adequadamente, toda poluição pode ser revertida, trazendo os indicadores de qualidades para os níveis adequadosA

veracidade de casos de infiltração e desinfecção está sujeito a mudanças conforme sua destinação a usos potáveis ou não potáveis. Na ocasião do uso não potável, a filtragem é o método de tratamento mais simples.

No Brasil, toda água potável utilizada para fins domésticos e comerciais são tratadas por concessionárias, dessa forma os abastecimentos de todas as edificações serão com água de alta qualidade. Apesar disso, certos usos tais como irrigação, lavagem de roupa, descarga de bacia sanitária, não necessitam de água com qualidade elevada (GOLDENFUM, 2015; apud SOARES et al., 1997).

De acordo com Furghestti (2011) apud GHISI (2010) a captação de água pluvial é um recurso já disseminado em alguns países como a Austrália e a Alemanha, no qual os métodos estão sendo aperfeiçoados, o que possibilita a captação de água de maneira simplificada e eficiente relacionada ao custo-benefício.

A perspectiva de utilizar água de chuva para integrar o abastecimento de água de edificações depende diretamente do volume de precipitação local. Além do que, a utilização de sistemas de captação de água pluvial em larga escala ajuda no que se refere aos problemas de drenagem urbana e enchentes, pois diminui a quantidade de água drenada evitando assim o transbordamento de rios, córregos e canais (Furghestti, 2011; apud GHISI 2010).

Por meio do telhado, que é uma das áreas impermeáveis, é realizada a captação de água pluvial. A água inicial que incide no telhado desenvolve um grau de contaminação bem alto, sendo assim orientado a desconsideração dessa água inicial. Em seguida, a área pluvial que é captada mediante as calhas, condutores verticais e condutores horizontais, é acondicionada em um reservatório, que pode ser de variados tipos de materiais. Essa água acondicionada deve ser usada somente para o consumo de água não potável, como em bacias sanitárias, torneiras de jardim, lavagem de veículos e de roupas. (VASCONCELOS; FERREIRA, 2007).

No próximo tópico trataremos sobre as normatizações para o dimensionamento e implantação dos sistemas de captação e aproveitamento de água pluvial no Brasil.

2.3 Normatizações sobre captação e aproveitamento de água pluvial no Brasil

Conforme Santos (2016) a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT constitui de Normas Brasileiras Regulamentadoras – NBR específicas que versam sobre o

dimensionamento e implantação de todo o sistema de aproveitamento de água pluvial, referentes a cada ponto, da captação a utilização, estas são:

- ABNT NBR 15.527 de 2007: Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis. Esta Norma fornece os requisitos para o aproveitamento de água de chuva de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis, determinando os parâmetros e fins de utilização;
- ABNT NBR 10.844 de 1989: Instalações prediais de águas pluviais. Esta Norma fixa exigências e critérios necessários dos projetos das instalações de sistemas de drenagem de água pluvial, e se aplica à drenagem de águas pluviais em coberturas e demais áreas associadas ao edifício, tais como terraços, pátios, quintais e similares;
- ABNT NBR 5.626 de 1998: Instalação predial de água fria. Esta Norma estabelece exigências e recomendações relativas ao projeto, execução e manutenção da instalação predial de água fria.

A seguir apresentaremos um maneira para determinar uma previsão de consumo para água não potável em um ambiente escolar.

2.4 Previsão de consumo de água não potável

De acordo com Tomaz (2010) há um modo de estimar o consumo de água potável de uma residência usando princípios de engenharia, conforme apresentado na tabela 01.

Tabela 01 – Estimativas de demanda residencial de água potável

Usos de água	Unidades	Valores
Descarga na bacia	descarga/pessoa/dia	5
Volume de descarga	litros/descarga	9
Frequência de banho	banho/pessoa/dia	1
Duração do banho	Minutos	7,3
Vazão dos chuveiros	litros/segundo	0,15
Máquina de lavar roupa	carga/pessoa/dia	0,37
Volume de água (máq. lavar roupa)	litros/ciclo	108
Torneira de cozinha	minutos/pessoa/dia	4
Vazão da torneira (cozinha)	litros/segundo	0,15
Torneira de banheiro	minutos/pessoa/dia	4
Vazão da torneira (banheiro)	litros/segundo	0,15
Gramado ou jardim	litros/dia/m ²	2
Lavagem de carros	litros/lavagem/carro	150
Frequência de lavagem de carros	lavagem/mês	4

Fonte: Tomaz, 2010 (adaptado).

Através da tabela acima, pode se verificar os valores e unidades em diferentes utilidades da água potável em uma edificação residencial. Abordaremos no próximo item sobre o dimensionamento do sistema de captação de água pluvial.

2.5 Dimensionamento do sistema de captação de água pluvial

2.5.1 Área de contribuição

Segundo a ABNT NBR 10.844 (1989), área de contribuição é a soma das áreas das superfícies que, interceptando chuva, conduzem as águas para determinado ponto de instalação. Para cálculo da área da superfície de captação, deve-se considerar os incrementos devidos à inclinação da cobertura e às paredes que interceptam a água.

2.5.2 Volume de água pluvial

De acordo com Tomaz (2010) para cálculo, o volume de água pluvial que pode ser utilizado, não é o mesmo que o precipitado. Portanto, é necessário a utilização de um coeficiente de escoamento superficial, chamado coeficiente de *Runoff*, que é a razão entre o volume de água escoado superficialmente e o volume de água precipitado, representado pela letra C. Para telhas cerâmicas, telhas corrugadas de metal e telhas de cimento amianto é utilizado o Coeficiente de *Runoff* de 0,8 a 0,9; e para telhas esmaltadas e telhas de plástico usa-se um valor de 0,9 a 0,95.

O volume de água pluvial que pode ser aproveitado, depende do coeficiente de escoamento superficial da cobertura, e também, da eficiência do sistema de descarte do escoamento inicial, o volume é calculo por meio da equação 01: (TOMAZ, 2010; ABNT NBR 15.527, 2007).

$$V = P \times A \times C \times \eta \text{ (Equação 01)}$$

Onde: “V” é o volume anual, mensal ou diário de água de chuva aproveitável, em litros; “P” é precipitação média anual, mensal ou diária, em milímetros; “A” é a área de coleta, em metros quadrados; “C” é o coeficiente de escoamento superficial de cobertura, adimensional; η é a eficiência do sistema de captação do dispositivo de descarte de sólidos e desvio de escoamento inicial, caso seja utilizado.

2.5.3 Intensidade Pluviométrica

Para a ABNT NBR 10.844 (1989) a intensidade de chuva deve ser determinada mediante fixação de valores para o tempo de duração da precipitação e para o tempo de retorno.

Santos (2016) afirma que os dados de precipitação podem ser obtidos no *site* HIDROWEB – Sistemas de Informações Hidrológicas, fornecido pela Agência Nacional das Águas.

A duração da precipitação indicada pela ABNT NBR 10.844 (1989) é de 5 minutos. Já o tempo de retorno (Tr) é o número médio de anos que uma determinada intensidade de chuva leva para se repetir. Para determiná-lo é necessário conhecer as características da área que será drenada e seguir os seguintes parâmetros: $Tr = 1$ ano, para áreas pavimentadas nas quais empoçamentos possam ser tolerados; $Tr = 5$ anos, para coberturas e terraços; $Tr = 25$ anos, para coberturas e áreas nas quais empoçamentos não possam ser tolerados.

Tomaz (2010) afirma que a melhor forma de calcular a intensidade da chuva é através da fórmula empírica, conforme indicada na equação 02:

$$Im = \frac{K \times Tr^a}{(t+b)^c} \text{ (Equação 02)}$$

Onde: “ Im ” é a Intensidade máxima média de precipitação, em mm/h; “ Tr ” é o Período de retorno, em anos; “ T ” é a Duração da precipitação, em minutos; “ K , a , b , c ”: Parâmetros relativos à localidade, obtidos através do *software* Plúvio.

2.5.4 Vazão de projeto

A ABNT NBR 10.844 (1989) define a vazão de projeto como a vazão de referência para o dimensionamento de condutores e calhas.

Marques (2014) afirma que a vazão do sistema de captação de águas pluviais pode ser calculada pelo Método Racional. Este método estabelece uma relação entre a chuva e o escoamento superficial, tendo como resultado a vazão de projeto. A vazão pode ser calculada pela equação 03:

$$Q = C \times I \times A \text{ (Equação 03)}$$

Onde: “Q” é a vazão afluyente, em m³/s; “C” é o coeficiente de *runoff*, adimensional; “I” é a intensidade pluviométrica, em mm/h; “A” é a área de contribuição, em m².

Segundo Tomaz (2010) obtendo a intensidade de chuva e com ela a vazão, pode-se então calcular a velocidade da água, utilizando a equação 04:

$$V = \frac{Q}{A} \text{ (Equação 04)}$$

Onde: “V” é a velocidade, em m/s; “Q” é a vazão, em m³/s; “A” é a área, em m².

2.5.5 Calhas

A principal idealização para o uso das calhas é a captar a água pluvial antes que ela alcance o solo, impedindo a contaminação e o uso impróprio. A função das calhas é coletar a água pluvial que cai diretamente sobre o telhado e direcioná-la até os condutores verticais e horizontais. As seções das calhas possuem inúmeras formas, que depende da determinação do projeto e materiais aplicados (MARQUES, 2014; apud LORENZETE, 2011).

Tomaz (2010); ABNT NBR 10.844 (1989) sugerem que as calhas sejam calculadas pela equação 05, de Manning-Strickler:

$$Q = k \times \left(\frac{A}{n}\right) \times R h^{2/3} \times S^{1/2} \text{ (Equação 05)}$$

Onde: “k” é o coeficiente de homogeneização de unidades, utiliza-se o valor de 60.000; “Q” é a vazão do projeto, em l/min; “A” é a área da seção molhada, em m²; “n” é o coeficiente de Manning (tabela 02); “P” é o perímetro molhado, em metros; “Rh: A/P” é o raio hidráulico, razão da área molhada pelo perímetro molhado, em metros; “S” é a declividade, em m/m.

Tabela 02 – Coeficientes de rugosidade “n” de Manning

Material	N
Plástico, fibrocimento, aço, metais não-ferrosos	0,011
Ferro fundido, concreto alisado, alvenaria Revestida	0,012
Cerâmica, concreto não-alisado	0,013
Alvenaria de tijolos não-revestida	0,015

Fonte: ABNT NBR 10.844, 1989.

2.5.6 Condutores

Marques (2014; apud Macintyre, 2010) assegura que as águas pluviais dos telhados, terraços e áreas abertas são direcionadas por meio de tubos, denominados condutores. A água é direcionada ao local de lançamento por condutores, que pode ser um coletor público, galeria de águas pluviais, caixa de ralo na via pública, canal ou rio. Existem dois tipos de condutores: verticais e horizontais.

2.5.6.1 Condutores verticais

Os condutores verticais devem ser dimensionados de preferência em apenas uma prumada. Se houver necessidade de fazer um desvio, as curvas devem ser de 90° Com raio longo ou curvas de 45°. O diâmetro interno mínimo desses condutores, em seção circular, deve ser de 70mm (ABNT NBR 10.844, 1989).

Segundo Botelho e Ribeiro Jr. (1998) o dimensionamento dos condutores verticais pode ser feito através da tabela 03, onde a área do telhado é ligada com a seção do condutor vertical. É considerado também a intensidade pluviométrica da região, sendo este um método muito usado por projetistas para a determinação do diâmetro.

Tabela 03 – Determinação de condutores verticais

Diâmetro (mm)	Vazão (l/s)	Área do telhado (m ²)	
		Chuva 150 mm/h	Chuva 120 mm/h
50	0,57	14	17
75	1,76	42	53
100	3,78	90	114
125	7,00	167	212
150	11,53	275	348
200	25,11	600	760

Fonte: Botelho & Ribeiro Jr., 1998 (adaptado).

2.5.6.2 Condutores horizontais

Os condutores horizontais devem ser dimensionados de preferência com declividade uniforme, sendo no mínimo igual a 0,5%. Eles devem serem feitos em tubos e conexões de ferro fundido, fibrocimento, PVC rígido, aço galvanizado, cerâmica vidrada, concreto, cobre, canais de concreto ou alvenaria (ABNT NBR 10.844, 1989).

Por meio da tabela 04, fornecida pela ABNT NBR 10.844 (1989), pode-se verificar os valores das vazões em litros/minuto para diâmetros de condutores horizontais de seção circular em relação a determinadas declividades.

Tabela 04 – Capacidade de condutores horizontais de seção circular (vazões em L/min.)

Diâmetro interno (mm)	n = 0,011				n = 0,012				n = 0,013			
	0,5 %	1,0 %	2,0 %	4,0 %	0,5 %	1,0 %	2,0 %	4,0 %	0,5 %	1,0 %	2,0 %	4,0 %
50	32	45	64	90	29	41	59	83	27	38	54	76
75	95	133	188	267	87	122	172	245	80	113	159	226
100	204	287	405	575	187	264	372	527	173	243	343	486
125	370	521	735	1040	339	478	674	956	313	441	622	882
150	602	847	1190	1690	552	777	1100	1550	509	717	1010	1430
200	1300	1820	2570	3650	1190	1670	2360	3350	1100	1540	2180	3040
250	2350	3310	4660	6620	2150	3030	4280	6070	1990	2800	3950	5600
300	3820	5380	7590	10800	3500	4930	6960	9870	3230	4550	6420	9110

Fonte: ABNT NBR 10.844, 1989.

2.5.7 Reservatório

A função de um reservatório é armazenar a água captada para sua futura utilização. Podem ser feitos de concreto armado, plásticos e poliéster. Encontra-se apoiado, enterrado ou elevado (TOMAZ, 2010).

A ABNT NBR 15.527 (2007) traz recomendações e procedimentos para dimensionamento de reservatório de água pluvial, segundo ela, vários métodos podem ser utilizados, tais como: Método de Rippl, Método da simulação, Método Azevedo Neto, Método prático alemão, Método prático inglês e Método prático australiano.

2.5.7.1 Método de Rippl

Tomaz (2010) afirma que o método de Rippl em alguns casos atribui em dimensões maiores de reservatório, no entanto, possui vantagem na verificação do limite superior do volume do reservatório de acumulação de águas pluviais.

De acordo com a ABNT NBR 15.527 (2007) neste método podem ser usadas séries históricas diárias ou mensais. Para cálculo, é utilizada a equação 06:

$$S(t) = D(t) - Q(t) \text{ (Equação 06)}$$

Onde: $S(t)$: volume de água no reservatório no tempo t ; $D(t)$: demanda no tempo t ; $P(t)$: volume de chuva aproveitável no tempo t , calculado por meio da equação 07:

$$Q(t) = C \times P(t) \times A \text{ (Equação 07)}$$

Onde: C : coeficiente de escoamento superficial; $P(t)$: precipitação da chuva no tempo t , em mm; A : área de contribuição, em m^2 .

Assim, obtêm-se o volume do reservatório (V), que equivale ao somatório de $S(t)$.

Em seguir, vamos abranger como pode ser feito a análise da viabilidade econômica da captação de água pluvial.

2.6 Viabilidade econômica da captação de água pluvial

A Lei brasileira nº 9.433 (1997), em seu art.19, relata que “a cobrança pelo uso de recursos hídricos é relevante para que a população passe a reconhecer a água como bem econômico e dar ao usuário uma indicação de seu real valor”, além de incentivar a racionalização do uso da água e obter recursos financeiros para o financiamento dos programas e intervenções contemplados nos planos de recursos hídricos.

O boletim legislativo nº 27 do Senado Federal (2015) fortalece a iniciativa de implantação de tarifas decorrente ao uso desordenado dos recursos hídricos, viabilizando o uso racional da água. Além do mais, alguns municípios apresentam multa pecuniária para aqueles que desperdiçam água potável como, por exemplo, em lavagens de calçadas. Por outro lado existe o incentivo em descontos para a redução de consumo da água potável, no qual quando aplicado nas faturas de edificações de grande porte reduz consideravelmente o valor total da mesma.

Para Barros (2011) os custos iniciais e operacionais para um sistema de captação de água pluvial envolvem investimentos, como: cisternas, planejamento e projeto, tratamento de água, distribuição e instalação; manutenção, como: limpeza do reservatório, limpeza ou troca de filtros e substituição de componentes; e operação, como: mão de obra e energia.

Barros (2011) ainda afirma que os custos variam de caso a caso, porém os sistemas de aproveitamento de água de chuva são considerados de baixo custo de manutenção e operação, pois são sustentáveis. Garantem benefícios econômicos privados, como economia na conta de água e maior segurança de abastecimento, e benefícios econômicos públicos, como redução nas perdas que envolvem enchentes e aumento da oferta agregada de água. A decisão de

instalar um sistema em uma nova edificação, afeta a custos e oferta de água de 2 ou 3 gerações seguintes.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Descrição do objeto em estudo

O trabalho foi realizado na Instituição de Ensino e Apoio aos portadores de Deficiências da cidade de Machado – MG, APAE .

O levantamento de dados da edificação como área do telhado, localização de reservatórios, tubulações e calhas existentes, se fez necessário para se calcular a vazão da água pluvial disponível para o sistema.

Determinou-se a demanda do número de pessoas que ocupam a instituição, assim como o número de alunos e funcionários, e os locais que farão uso da água pluvial, como sanitários, áreas externas e irrigação de jardins.

Por meio de visitas *in loco* e análise do projeto arquitetônico da edificação foram efetuadas as medições necessárias para o levantamento de dados.

3.2 Determinação da área de contribuição

Após análise do tipo de telhado presente na edificação, determinou-se a equação específica para a superfície do telhado, proposta pela ABNT NBR 10.844 (1989).

3.3 Determinação da intensidade pluviométrica

A intensidade pluviométrica foi determinada através da equação 02, no qual os dados utilizados para o município de Machado – MG foram extraídos do *software* Plúvio.

3.4 Determinação da média pluviométrica

Para a determinação da precipitação média do local, foi obtido uma série histórica de 20 anos de precipitação do município através do *site* Hidroweb. Com esses dados foi possível estimar a média de precipitação de chuva mensal e anual para o município.

3.5 Análise do consumo da edificação

Através de visitas *in loco* e dados fornecidos pela secretaria da instituição, foi possível verificar a quantidade e volume de reservatórios existentes para consumo de água da edificação, e valores atuais do consumo médio e gasto médio.

3.6 Determinação do consumo possível de água pluvial

Foi feita uma estimativa para o consumo possível de água pluvial que será utilizada no sistema de aproveitamento, para isso foi necessário estabelecer os locais de aplicação, informar sobre a frequência de uso mensal destes locais, conforme disponibilização da secretaria da associação, e utilizar os dados de consumo de água previstos na tabela 02.

3.7 Determinação do volume de captação de água pluvial

Para determinação do volume de captação, foi utilizada a equação 01 e dados necessários como a área de captação, coeficiente de escoamento expresso de acordo com a cobertura, e os dados da média pluviométrica mensal do município, sendo que a série histórica deve ser pelo menos superior a duas vezes o tempo de retorno estabelecido.

3.8 Determinação da vazão suportada pela calha e pelo telhado

Conforme análise dos tipos de calhas existentes no bloco 01 da APAE, foi feita uma verificação para averiguar se a vazão suportada pela calha supre a vazão suportada pelo telhado. Caso comprovado a não eficiência da calha existente, propôs-se um novo dimensionamento.

Para verificação da vazão do telhado foi utilizada o Método Racional, estabelecido na equação 03. Prontamente, para verificação da vazão da calha foi utilizada a fórmula de Manning-Strickler, exposto na equação 05.

Foi proposto também um dimensionamento para as calhas do telhado do bloco 02, visto que há apenas um tubo de PVC em uma parte do telhado que faz a função da calha, entretanto será desconsiderado, pois este se encontra em indevidas condições, sendo que a implantação de calhas é primordial para um sistema de captação de água pluvial.

3.9 Determinação da vazão suportada pelos condutores verticais e horizontais

De acordo com o conhecimento da localização e dimensões dos condutores verticais existentes no telhado da edificação de atendimento, foi verificado através do método proposto por Botelho e Ribeiro Jr. (1998), mostrado na tabela 03, se vazão suportada pelos condutores supre a vazão de água pluvial oriunda do telhado. Para a edificação do pavilhão onde contém as salas de aula, o dimensionamento também foi feito pelo método de Botelho e Ribeiro Jr., visto que não há a presença de condutores verticais neste local.

Para o dimensionamento dos diâmetros dos condutores horizontais de seção circular, verificou-se a vazão de água pluvial total dos telhados das edificações da instituição. Posteriormente, baseado na tabela 04, que aponta as vazões dos condutores horizontais(L/min)de acordo com o material e a declividade, foi determinado a quantidade de condutores horizontais que serão necessários para suprir a vazão das águas pluviais provenientes dos telhados.

3.10 Análise dos dados obtidos

Após obter os dados de consumo e do volume de captação disponível, foi feita uma comparação para que se verificasse em quais situações a água pluvial captada poderá ser utilizada, e assim apresentou-se uma proposta de implantação de um reservatório individual para a captação da água pluvial para a edificação em estudo.

O volume do reservatório foi dimensionado de acordo com Método de Rippl, apresentado na equação 06.

3.11 Determinação do sistema

Após analisar a disponibilidade de água no sistema e o quanto ele pode oferecer, o mesmo dimensionado levando em consideração o consumo médio necessário.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Instituição de Ensino em estudo, APAE de Machado-MG, foi construída em maio de 1972. A área de atuação da Associação se destina às pessoas portadoras de necessidades especiais, buscando a melhoria da qualidade de vida, defesas de direitos, inclusão social, atenção à saúde em todo o seu ciclo de vida, apoio à família, ensino especializado e desenvolvimento da autonomia da pessoa com deficiência intelectual.

De acordo com a Secretaria, a Instituição dispõe atualmente de 133 alunos, 38 funcionários públicos e 09 profissionais do Sistema Único de Saúde – SUS, totalizando 180 pessoas.

A seguir serão apresentados os resultados obtidos por pesquisa de campo e dimensionamentos do sistema de aproveitamento de água pluvial efetuados para a edificação em questão.

4.1 Estrutura física

A instituição está inserida em uns dos principais corredores viários da cidade, rua Santos Silva nº 383, no Centro da cidade de Machado-MG. A edificação está situada em um terreno de 2.760,00 m², composta por duas edificações térreas, sendo o bloco 01 com área de 523,31 m², constituída por salas de dentistas, fisioterapia, sanitários, salas de estimulação, secretaria, recepção e copa, e bloco 02, onde estão inseridas as salas de aula, videoteca e sanitários, com área de 317,25 m².

4.2 Caracterização do sistema existente

O bloco 01 possui telhado com telhas cerâmicas, com inclinação de 35% e dispõe de calhas americanas tipo moldura, com dimensões de 10,0 cm de largura da base menor, 15,0 cm de largura da base maior e altura de 10,0 cm. O telhado também apresenta uma calha água furtada de 30,0 cm de largura. Também foi verificado que neste bloco possuem condutores verticais retangulares com dimensões de 5,0 cm x 10,0 cm.

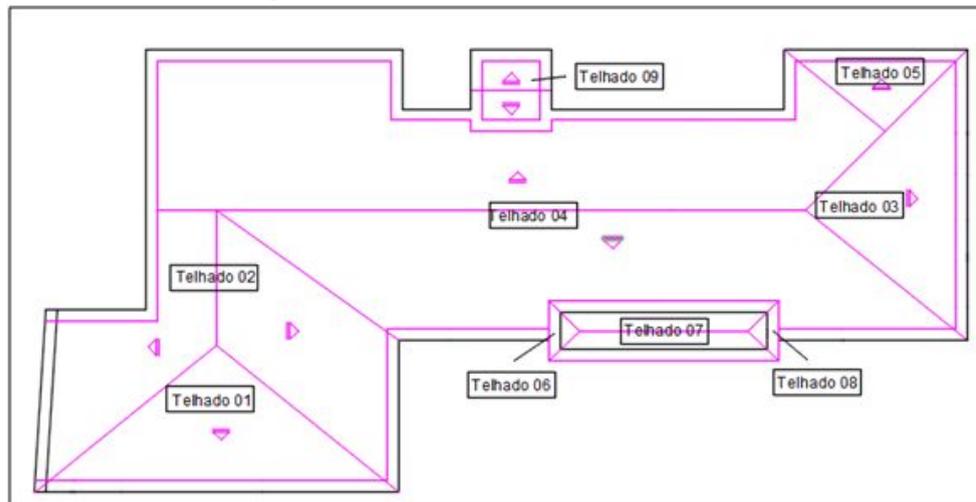
Já o bloco 02 possui telhado em fibrocimento com 35% de inclinação, e não possui calhas e condutores verticais.

A Instituição possui um vasto pátio externo descoberto destinado à área de lazer, onde se encontram quadras, jardins, capelas e parquinhos. As áreas permeáveis da edificação possuem uma área total de 98,54 m², nas quais serão beneficiadas com a irrigação através da água pluvial captada.

4.3 Cálculo da área de contribuição

A figura 01 apresenta as subdivisões do telhado da edificação de atendimento.

Figura 01 – Subdivisões do telhado do bloco 01

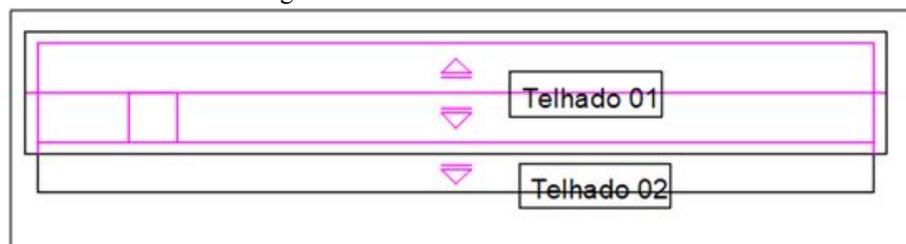


Fonte: o autor, 2020.

Para o cálculo da área de contribuição foi utilizada a equação para superfície inclinada proposta pela ABNT NBR 10.844 (1989), e obteve-se uma área total de 536,10 m² de área de contribuição para o telhado do bloco 01.

A figura 02 apresenta as subdivisões do telhado do bloco 02.

Figura 02 – Subdivisões do telhado do bloco 02



Fonte: o autor, 2020.

Para o cálculo da área de contribuição também foi utilizada a equação para superfície inclinada proposta pela ABNT NBR 10.844 (1989), e obteve-se uma área total de 118,90 m² de área de contribuição para o telhado do bloco 02.

Portanto, a área de contribuição total da edificação é de 655,0m².

4.4 Cálculo da intensidade pluviométrica

Através do *software* Plúvio versão 2.1, foram obtidos os valores necessários para o cálculo da intensidade pluviométrica. Foram obtidos os seguintes parâmetros para o Município de Machado, Minas Gerais: K: 3811,29; a: 0,207; b: 20,34; c:1,075.

Utilizando os valores indicados pela ABNT NBR 10.844 (1989) de $T_r = 5$ anos e $t = 5$ minutos e os valores gerados pelo Plúvio, obteve-se a intensidade média de chuva de 164,69 mm/h.

4.5 Média pluviométrica

A precipitação possui uma variação diária, mensal e anual, por conta disso para uma melhor estimativa foi utilizado uma série histórica de 20 anos do município de Machado -MG, entre os anos de 1979 a 1998. Conforme dados obtidos pelo *site* Hidroweb, a precipitação média anual é de 137,55 mm.

4.6 Análise do consumo e gasto médio da edificação

Toda água utilizada no APAE é fornecida pela SAAE. O bloco 01 possui dois reservatórios superiores de 1000 litros de água cada, e o bloco 02 possui dois reservatórios superiores, sendo um de 1000 litros e um de 500 litros de água.

Atualmente, o consumo médio mensal de água na instituição é de 138 m³, o que gera um gasto médio de R\$ 199,38.

De acordo com a literatura, a economia através do uso do sistema de aproveitamento de água pluvial pode chegar até 45% do total de água potável.

O sistema de aproveitamento de água pluvial será proposto para utilização em descargas de bacias sanitárias, lavagem de piso do refeitório e sanitários, lavagem das quadras das áreas externas e irrigação dos jardins.

4.7 Estimativa de consumo de água pluvial

A estimativa de consumo para aproveitamento de água pluvial foi baseada nos dados de consumo de água potável da tabela 02, frequência de uso mensal estabelecido pela Secretaria da APAE e áreas dos locais que serão aplicados o sistema. Portanto, obteve-se um valor de 73,41 m³ de consumo mensal considerando a aplicação em descarga de bacias sanitárias, lavagem das quadras, lavagem de piso da cozinha e sanitários e irrigação jardins.

4.8 Cálculo do volume de captação

O cálculo do volume de captação de água foi efetuado com base na precipitação média anual, área de contribuição total e coeficiente de *Runoff* das telhas de cerâmica e telhas corrugadas de metal. Portanto, obteve-se um volume de captação de água pluvial anual de 973,05 m³ e volume médio mensal de 81,09 m³.

4.9 Verificação da vazão suportada pela calha e telhado

Conforme ponderado, o bloco 02 não possui calhas, portanto, primeiramente, foi feita a verificação da vazão suportada somente para a calha do bloco 01. Logo, foi sugerido a implantação da calha para o bloco 02, e pôde-se verificar a vazão que suportará, caso a calha utilizada for a mesma existente no bloco 01.

A tabela 05 apresenta o comparativo das vazões da calha e telhado para o bloco 01.

Tabela 05 – Comparação de vazões dos telhados e calhas no bloco 01

Telhado	Área do telhado (m ²)	Im (mm/h)	C	Qtelhado (m ³ /s)	Área da calha (m ²)	Rh (m)	Coeficiente n	S (m/m)	Qcalha (m ³ /s)
Telhado 01	12,56	164,69	0,90	0,00052	0,014	0,0467	0,013	0,005	0,00987
Telhado 02	86,58	164,69	0,90	0,00356	0,014	0,0467	0,013	0,005	0,00987
Telhado 03	59,52	164,69	0,90	0,00245	0,014	0,0467	0,013	0,005	0,00987
Telhado 04	316,23	164,69	0,90	0,01302	0,014	0,0467	0,013	0,005	0,00987
Telhado 05	13,20	164,69	0,90	0,00054	0,014	0,0467	0,013	0,005	0,00987
Telhado 06	1,35	164,69	0,90	0,00006	0,014	0,0467	0,013	0,005	0,00987
Telhado 07	31,31	164,69	0,90	0,00129	0,014	0,0467	0,013	0,005	0,00987
Telhado 08	1,35	164,69	0,90	0,00006	0,014	0,0467	0,013	0,005	0,00987
Telhado 09	14,00	164,69	0,90	0,00058	0,014	0,0467	0,013	0,005	0,00987

Fonte: o autor, 2020.

Efetuando uma comparação entre as vazões, constata-se que somente a vazão da calha existente no Telhado 04, não é capaz de suportar a vazão do telhado. Portanto, foi sugerida a implantação de uma calha quadrada de dimensões de 20,0 cm x 20,0 cm para o Telhado 04, que resulta em uma vazão da calha igual a 0,03577 m³/s, sendo que esta é capaz de satisfazer a vazão do telhado, que é de 0,01302 m³/s.

A tabela 06 mostra a comparação da vazão da calha proposta, com a vazão do telhado do bloco 02, sendo que a calha deverá possuir o mesmo modelo e dimensões das calhas existentes no bloco 01.

Tabela 06 – Verificação da vazão da calha sugerida para o bloco 02

Telhado	Área do telhado (m ²)	Im (mm/h)	C	Qtelhado (m ³ /s)	Área da calha (m ²)	Rh (m)	Coefficiente n	S (m/m)	Qcalha (m ³ /s)
Telhado 01	93,525	164,69	0,90	0,00385	0,014	0,0467	0,011	0,005	0,01167
Telhado 02	25,38	164,69	0,90	0,00104	0,014	0,0467	0,011	0,005	0,01167

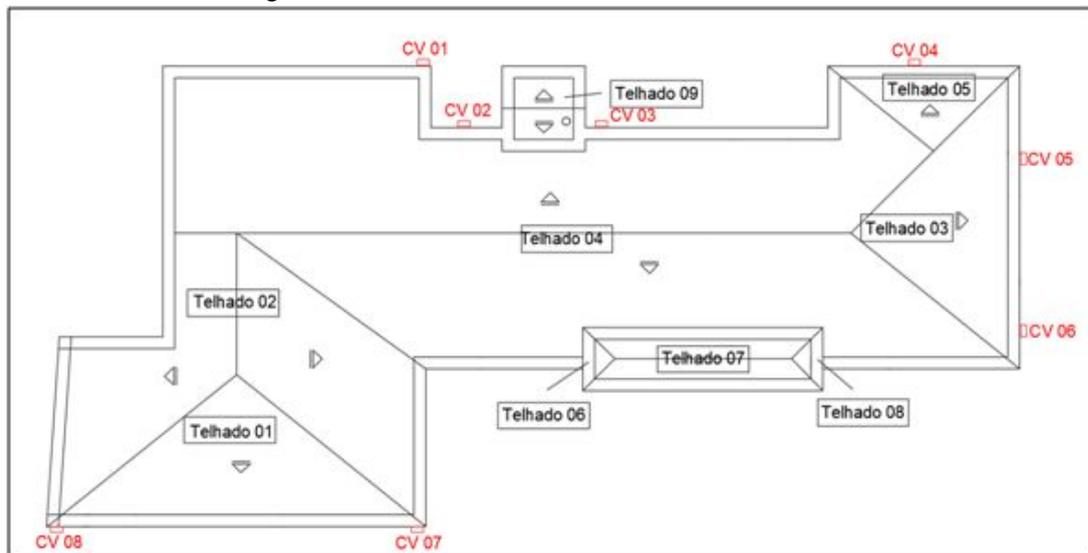
Fonte: o autor, 2020.

Após comparação, pôde-se concluir que a vazão da calha suportará a vazão do telhado, desse modo, poderá ser utilizada a calha americana tipo moldura.

4.9 Verificação da vazão suportada pelos condutores verticais

A figura 03 mostra os condutores verticais existentes no telhado do bloco 01, sendo que estes possuem dimensões de 100 mm x 50 mm.

Figura 03 – Condutores verticais existentes no telhado do bloco 01



Fonte: o autor, 2020.

Após a comparação da vazão suportada pelos condutores verticais, verificou-se que os condutores verticais da edificação não comportam a vazão pluvial proveniente dos telhados, sendo assim, será proposto o acréscimo de condutores verticais no telhado da edificação de atendimento, de modo que suportem todas as vazões dos telhados. A tabela 07 apresenta a verificação dos números de condutores verticais que deverão ser impostos.

Tabela 07 – Verificação do nº de condutores verticais necessários para o bloco 01

Telhado	Q pluvial (L/s)	Área do telhado (m ²)	Diâmetro (mm)	Qcondutores unit (L/s)	Nº condutores necessários	Qcondutores totais (L/s)
Telhado 01	9,87	12,56	100	3,78	3	11,34
Telhado 02	9,87	86,58	100	3,78	3	11,34
Telhado 03	9,87	59,52	100	3,78	3	11,34
Telhado 04	35,77	316,23	100	3,78	10	37,8
Telhado 05	9,87	13,20	100	3,78	3	11,34
Telhado 06	9,87	1,35	100	3,78	3	11,34
Telhado 07	9,87	31,31	100	3,78	3	11,34
Telhado 08	9,87	1,35	100	3,78	3	11,34
Telhado 09	9,87	14,00	100	3,78	3	11,34

Fonte: o autor, 2020.

Após análise do número de condutores verticais necessários para suprir as vazões de águas pluviais dos telhados do bloco 01, conclui-se que para a obtenção de um número admissível de condutores nos telhados em conformidade com a área de contribuição, serão utilizados unidades com diâmetro de 100 mm. Portanto, serão propostos realocação de todos os condutores verticais para o telhado.

O bloco 02 não possui nenhum condutor vertical, desse modo será feito a verificação do número de condutores verticais que deverão ser implantados para munir a vazão de água pluvial proveniente dos telhados. A tabela 08 apresenta esta análise.

Tabela 08 – Verificação do nº de condutores verticais necessários para o bloco 02

Telhado	Q pluvial (L/s)	Área do telhado (m ²)	Diâmetro (mm)	Qcondutores unit (L/s)	Nº condutores necessários	Qcondutores totais (L/s)
Telhado 01	11,67	93,52	100	3,78	4	15,12
Telhado 02	11,67	25,38	100	3,78	4	15,12

Fonte: o autor, 2020.

De acordo com os resultados obtidos, verifica-se que serão necessários a colocação de 4 condutores verticais com diâmetro de 100 mm cada para os telhados do bloco 02.

4.10 Dimensionamento dos condutores horizontais

A instituição em estudo não possui a presença de condutores horizontais, em vista disso, será feito o dimensionamento dos condutores horizontais para ambos os blocos. Os

condutores serão em material de aço, sendo assim, o coeficiente de rugosidade “n” de Manning é igual a 0,011.

O bloco 01 possui uma vazão pluvial total de 6883,80 L/min. De acordo com a tabela 09, o condutor de 150 mm suporta até 1690 L/min e o condutor de 75mm suporta até 267 L/min com sua declividade máxima. Como não há projeto de drenagem pluvial, e conforme informado pela secretaria da instituição, esses condutores recebem apenas as águas provenientes dos telhados, portanto, 4 condutores de 150 mm e 1 condutor de 75 mm suportam uma vazão total de 7027,0 L/min, que será suficiente para suprir vazão do telhado.

O bloco 02 possui uma vazão pluvial total de 1400,40 L/min. Neste caso, um condutor horizontal de 150 mm que suporta até 1690 L/min, é satisfatório para a vazão pluvial do telhado desta edificação.

4.11 Análise do possível volume de captação e da demanda

Em razão dos cálculos efetuados e dos resultados obtidos, certifica-se que o sistema de captação e aproveitamento de água pluvial pode ser implantado na instituição APAE.

Constatou-se que a demanda mensal de água da edificação é de 73,41 m³ e a disponibilidade de captação média mensal é de 81,09 m³, portanto, a captação de água provê a demanda. Em contrapartida, a disponibilidade de captação é dada por uma média mensal, e em alguns meses, como no período de abril a setembro, a precipitação pluviométrica é baixa no município de Machado, o que faz com que a captação não atenda a demanda estabelecida. Por isso, verificou-se a necessidade da implantação de um reservatório capaz de armazenar água e suprir o sistema nesses meses.

Através do método de Rippl, foi feito um pré-dimensionamento do volume do reservatório que será suficiente para atender a demanda nos períodos menos chuvosos. Devido aos meses de estiagem, o reservatório necessitará comportar um volume de 244,70 m³ para atender a demanda durante todos os meses do ano.

A viabilidade do sistema de captação de água pluvial pode ser constatada após uma análise de custos, porém esta não envolve apenas a viabilidade econômica, mas também as questões ambientais.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Perante à atual situação dos recursos hídricos no Brasil e no mundo, faz-se necessário a utilização de fontes alternativas para resguardar o consumo de água. Sendo assim, a implantação do sistema de captação e aproveitamento de água pluvial, é um dos meios mais promissores quanto à substituição das tecnologias de água potável por fontes de suprimentos menos nobres, devido à viabilidade técnica e econômica, se relacionados a outras inovações.

Ao término do estudo realizado pôde-se entender melhor sobre o assunto e ter um embasamento para toda a análise necessária, desde a caracterização da demanda de água da edificação até o dimensionamento do sistema de captação de água pluvial.

Por meio do diagnóstico, foi possível conhecer e caracterizar todos os componentes existentes na instituição de ensino, e também efetuar as análises e comparações entre a demanda e consumo de água não potável e a disponibilidade e volume de captação de água pluvial. O consumo de água médio mensal da edificação chega a ser torno de 138 m³ de água, sendo assim, este valor pode reduzir em média de 45% com a implantação do sistema.

Após análise, verificou-se que a edificação possui uma grande área de captação e que o consumo médio de água pluvial captado é capaz de suprir a demanda de água não potável na maioria dos meses do ano, entretanto, foi proposto para os meses que possuem baixa precipitação de água no município, como os meses de abril a agosto, que o volume de água necessário seja provindo por meio de um reservatório individual.

A instituição de ensino possui dois blocos. Contudo, foi previsto que apenas o bloco 01 possui calhas e condutores verticais, que foram identificados com falhas quanto ao seu dimensionamento e disposição. Desta forma, foi feito um dimensionamento para os componentes inexistentes e para os que se encontram em indevidas condições.

Por fim, vale ressaltar, que o presente trabalho, se conclui trazendo um diagnóstico dos atuais componentes da edificação que estão implantados de maneira correta e os que necessitarão de modificação.

Com todos os dados ponderados, concluiu-se que a edificação da APAE comporta a instalação e viabilidade de um sistema de captação e utilização de água pluvial para os fins não potáveis propostos, no qual trará diversos benefícios para a instituição.

**PROPOSAL FOR A SYSTEM FOR THE COLLECTION AND USE OF PLUVIAL
WATER FOR A SUPPORT INSTITUTION FOR PEOPLE WITH SPECIAL NEEDS
IN THE MUNICIPALITY OF MACHADO - MG**

ABSTRACT

The present work has as main objective to present proposals and to analyze the technical viability for implantation of a system of capture and use of rainwater for the APAE of the municipality of Machado - MG. It is a study of the theoretical bases on the subject, which involves the management of water resources, use of rainwater, standards, forecast of non-potable water consumption and guidelines for design. The case study was developed through technical visits in loco, in which all the relative data of the building were investigated and analyzed, through photos, measurements, analysis of the construction plans and calculations. After the analysis, it was verified that the institution has a total basin area of 655,0 m² that has the capacity to generate an average monthly volume of approximately 81.087,20 liters of rainwater, being possible to supply the demand of 73.410,05 liters. With the results obtained the feasibility of the implantation of the system is expressed. However, in less rainy periods, this analysis becomes impractical, since the volume is a monthly average, therefore a method will be proposed for the system to meet the water demand throughout the year.

Keywords: Rainwater. Captation. Acceptance. Viability.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMA TÉCNICAS. NBR 10.844: **Instalações prediais de águas pluviais: Procedimento**. Rio de Janeiro: ABNT, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMA TÉCNICAS. NBR 15.527: **Água de chuva: aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis: Requisitos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMA TÉCNICAS. NBR 5626: **Instalação predial de água fria**. Rio de Janeiro: ABNT, 1998.

BARROS, Marcos. **Custos e benefícios no aproveitamento de água de chuva**. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA, 2011,

São Paulo: Câmara Municipal de São Paulo, 2011. P 1-9. Disponível em:
<<http://www.acquacon.com.br/aguadechuva/marcos.pdf>>. Acesso em 15 de abr. 2020.

BOTELHO, Manoel Henrique Campos; RIBEIRO JR., Geraldo de Andrade. **Instalações Hidráulicas Prediais Feitas Para Durar**. 1ª ed. São Paulo: Pro Editores, 1998.

BRASIL. Casa civil. **Lei n.º 9.433**, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Brasília, Distrito Federal, 1997.

DUBLIN. **A declaração de Dublin sobre a água e desenvolvimento sustentável**. Irlanda, 1992. Disponível em: <http://www.abcmac.org.br/files/downloads/declaracao_de_dublin_sobre_agua_e_desenvolvimento_sustentavel.pdf>. Acesso em 12 de mar. de 2020.

FURGHESTTI, Karoline Farias. **Reaproveitamento da água da chuva para fins não potáveis no Centro de Ensino Bombeiro Militar de Santa Catarina**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, 2011. Disponível em:
<<https://biblioteca.cbm.sc.gov.br/biblioteca/index.php/.../150-karoline-furghestti-farias>>. Acesso em 06 de abr. de 2020.

GHISI, Enedir. **Instalações prediais de água fria**. Departamento de Engenharia Civil, Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

GOLDENFUM, Joel Avaruch. **Reaproveitamento de águas pluviais**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, 2015. Disponível em : <
https://www.researchgate.net/profile/Joel_Goldenfum/publication/267196924_REAPROVEITAMENTO_DE_AGUAS_PLUVIAIS/links/559131fb08ae47a3490f0cae/REAPROVEITAMENTO-DE-AGUAS-PLUVIAIS.pdf>. Acesso em 12 de mar. de 2020.

HIDROWEB. Agência Nacional de Águas. Governo Federal. Disponível em:
<<http://hidroweb.ana.gov.br/default.asp>>. Acesso em: 28 de abr. de 2020.

MARINOSKI, Ana Kelly. **Aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis em instituição de ensino: Estudo de caso em Florianópolis – SC**. 2007. 118f. TCC (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2007. Disponível em:
<http://www.labee.ufsc.br/sites/default/files/publicacoes/tccs/TCC_Ana_Kelly_Marinoski.pdf>. Acesso em 06 de mar. de 2020.

MARQUES, Gabriel O. **Sistema de captação de águas pluviais para uma residência particular**. 2014. 89f. TCC (Graduação) – Curso de Engenharia da Computação, Centro Universitário de Brasília, Distrito Federal, 2014. Disponível em:

<<http://repositorio.uniceub.br/bitstream/235/5934/1/21063094.pdf>>. Acesso em 13 de abr. de 2020.

PLÚVIO. Versão 2.1. Grupo de pesquisa em recursos hídricos. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Engenharia Agrícola.

REIS, Lineu Belico dos; FADIGAS, Eliane A. Amaral; CARVALHO, Claudio Elias. Energia, recursos naturais e a prática do desenvolvimento sustentável. Barueri, SP: Manole, 2005

SAAE. **Serviço Autônomo de Água e Esgoto: Tarifas**. 2018. Disponível em: <<http://www.saaemachado.mg.gov.br/novo/tarifas/>>. Acesso em: 27 de abril de 2020.

SANTILLI, Juliana Ferraz da Rocha. Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei 9.433/97) e sua implementação no Distrito Federal. **Rev. Fund. Esc. Super. Minist. Público Dist. Fed. Territ.**. Brasília, V. 17, p. 144 – 179, jan./jun. 2001.

SANTOS, Leidiane Santana. **Aproveitamento de água pluvial: conceitos e informações gerais**. Fundação Estadual do Meio Ambiente – FEAM. Minas Gerais, 2016. Disponível em: <http://feam.br/images/stories/2016/PRODUCAO_SUSTENTAVEL/GUIAS-TECNICOS-AMBIENTAIS/CARTILHA_AGUA_DA_CHUVA_INTRANET.pdf>. Acesso em 12 de mar. de 2020.

TOCANTINS. Assembleia Legislativa. Senado Federal. Projeto de Lei do Senado nº 324, de 2015. Publicado no DSF, em 02 de junho de 2015. Disponível em: <<https://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento?dm=4464580>>. Acesso em 13 de mar. de 2020.

TOMAZ, Plínio. Águas de chuva: pesquisas, políticas e desenvolvimento sustentável. **Aproveitamento de água de chuva de telhados em áreas urbanas para fins não potáveis: diretrizes básicas para um projeto**. 6º Simpósio Brasileiro de captação e manejo de água de chuva, Belo Horizonte, Minas Gerais, 2007. Disponível em: <http://www.abcmac.org.br/files/simpósio/6simp_plinio_agua.pdf>. Acesso em 07 de abr. de 2020.

TOMAZ, Plínio. **Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis**. 3ª ed. São Paulo: Navegar, 2010.

VASCONCELOS, L. F.; FERREIRA, O. M. **Captação de água de chuva para uso domiciliar: estudo de caso**. Universidade Católica de Goiás, Goiás, 2007. Disponível em: <<http://www.pucgoias.edu.br/ucg/prope/cpgss/ArquivosUpload/36/file/CAPTA%C3%87%C3%83O%20DE%20%C3%81GUA%20DE%20CHUVA%20PARA%20USO%20DOMICILIA R.pdf>>. Acesso em 03 de abr. de 2020.