ANÁLISE DA IMPLANTAÇÃO DA CAPTAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS PARA FINS NÃO POTÁVEIS EM CONDOMÍNIO RESIDENCIAL LOCALIZADO NA CIDADE DE ARINOS-MG

Caio Filipe Oliveira Silva[(1)]
Engenheiro Civil graduado na Universidade Estadual de Montes Claros (Unimontes).
Sheila Cristina Martins Pereira[(2)]
Engenheira Civil graduada na Universidade Federal de Viçosa (UFV); Mestrado em Engenharia Civil, área de concentração Saneamento Ambiental pela UFV; Professora da Universidade Estadual de Montes Claros (Unimontes).

Endereço[(2)]**:** Campus Universitário Prof. Darcy Ribeiro, Av. Prof. Rui Braga, s/n Bairro – Vila Mauriceia – Montes Claros - MG - CEP: 39.401-089 - Brasil - Tel: +55 (38) 3229-8201 - e-mail: **sheilacmp@gmail.com.**

RESUMO

O Brasil é um país abundante em recursos hídricos, mas possui uma distribuição irregular de água em seu extenso território. A escassez de água é um desafio enfrentado por regiões áridas e semiáridas do país, onde a disponibilidade de recurso não é suficiente para atender às altas demandas de consumo. Diante deste cenário, surge a necessidade de reaproveitamento da água, um recurso renovável, como medida para economizar e reduzir o consumo. A captação da água pluviais é uma alternativa interessante, já que essa prática é considerada simples e promove a conservação do recurso. Neste contexto, este estudo consiste na elaboração de um sistema de captação de águas pluviais para usos em jardins e áreas impermeáveis em um condomínio residencial na cidade de Arinos-MG e na análise da viabilidade econômica da sua instalação. Para isso, foram coletados dados referentes ao objeto de estudo, como áreas de captação e médias de precipitação e o sistema foi dimensionado seguindo as normas vigentes. O estudo demonstrou que um reservatório de 20 m³ atende cerca de 62% da demanda anual estimada e que a implementação do sistema possui um custo de R$ 31.135,05. Embora o sistema não forneça um abastecimento regular nos períodos de estiagem, ele é capaz de economizar 428,94 m³ anualmente, o que representa uma economia de R$ 6.331,58, indicando um período de retorno do investimento de aproximadamente cinco anos.

PALAVRAS-CHAVE: Águas pluviais, uso racional da água, captação de água da chuva, sustentabilidade.

INTRODUÇÃO

O Brasil é um país privilegiado em disponibilidade de água, considerando que possui 12% das reservas mundiais segundo Brasil (2009) *apud* Barbosa Júnior (2022). Porém, a distribuição dessa água no país é irregular, sendo que a região sudeste, onde se encontram 43% da população, tem 6% de disponibilidade hídrica (Barbosa Júnior, 2022).

A escassez de água é um desafio enfrentado por regiões áridas, semiáridas e outras áreas onde os recursos hídricos são sazonalmente limitados, não sendo suficientes para atender às altas demandas de consumo. A falta de consciência da ação do homem na natureza resulta muitas vezes na poluição dos mananciais e consequentemente reduz ainda mais a disponibilidade deste valioso recurso (MORAIS, 2017).

Assim, surge a necessidade do aproveitamento da água, um recurso renovável, sendo a captação da água de chuva para fins não potáveis em residências uma alternativa interessante já que essa prática apresenta baixo impacto ambiental se comparada a outras tecnologias (Hespanhol, 2002).

A Lei Federal nº 9.433, promulgada em 8 de janeiro de 1997, conhecida como a Lei das Águas, estabelece a Política Nacional de Recursos Hídricos e institui o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Brasil, 1997). Seu objetivo principal é promover a gestão dos recursos hídricos de forma integrada e sustentável em todo o país, buscando garantir a disponibilidade de água em quantidade e qualidade adequadas para os diversos usos, levando em consideração os aspectos ambientais, sociais, econômicos e culturais. Além disso, a lei incentiva e promove a captação, a preservação e o aproveitamento das águas pluviais. Isso significa o reconhecimento da importância de utilizar as águas provenientes da chuva como uma fonte alternativa, o que

contribui para a conservação dos recursos hídricos e a redução da demanda sobre as fontes tradicionais de água.

Sobretudo, os sistemas de aproveitamento de águas pluviais são geralmente adequados para qualquer tipo de edificação, podendo ser planejados e implementados tanto durante a fase de concepção dos projetos quanto posteriormente, após a construção das edificações. (Baptista, Nascimento e Barraud, 2015).

Entre as principais vantagens do aproveitamento de água das chuvas estão a redução do consumo de água e melhor distribuição do volume de água imposta ao sistema de drenagem urbana (MAY,2004). Sobre a principal desvantagem, o autor relata ser a diminuição da carga de água coletada nos períodos de pouca precipitação (MAY, 2004).

OBJETIVOS

Propor um sistema de captação de águas pluviais para reaproveitamento em atividades não potáveis em um condomínio residencial na cidade de Arinos - MG. E tem como objetivo específico analisar o seu potencial de reaproveitamento.

METODOLOGIA

No trabalho, é proposta a implantação de um sistema de captação de águas pluviais em um condomínio no município de Arinos - MG, localizado na região Noroeste do Estado de Minas Gerais, que, segundo o IBGE (2022), possui uma população de 17.272 habitantes. O condomínio localiza-se em um terreno de 1.830,19 m², possuindo uma área coberta de 920,09 m² e área permeável de 473,26 m². O projeto arquitetônico é composto por 4 apartamentos tipos de um andar, 3 aglomerados de quitinetes de dois andares, 1 área *gourmet* e 2 estacionamentos.

Para o levantamento das informações, foram considerados dados da estação climatológica do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) localizada no município, correspondendo a um período de 30 anos (1991-2020). Os dados sobre as edificações foram levantados por meio das plantas baixa e de cobertura.

Cálculo da área de contribuição

A ABNT NBR 10.844:1989 foi considerada para o cálculo das áreas de contribuição, sendo a fórmula apresentada a seguir:

$$A = (\mathrm{a} + \mathrm{h}/2) * b \tag{1}$$

na qual, A = área de contribuição (m²); a = comprimento frontal de meia “água” do telhado (m); b = profundidade do telhado (m); h = altura do telhado.

Cálculo da demanda de água potável

A utilização da água potável foi proposta para a irrigação dos jardins e lavagem das áreas impermeabilizadas, considerando as orientações da ABNT NBR 5.527:2019. Considerou-se 8 utilizações mensais, para os dados de consumo de água das finalidades propostas, a partir do estudo de Gonçalves (2006), que estabelece: rega de jardins (3L/m².dia) e lavagem da área impermeabilizada (4L/m².dia).

Cálculo da intensidade pluviométrica

A intensidade pluviométrica do município de Arinos foi estabelecida a partir da equação de chuvas intensas. A fórmula considera as relações entre a duração, intensidade e frequência da precipitação máxima da cidade. Os parâmetros utilizados foram coletados do *software* Pluvio 2.1 produzido pelo Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos da Universidade Federal de Viçosa (UFV, 2023).

$$i = \left(\frac{K * Tr^{a}}{(t+b)^{c}}\right) = \left(\frac{3500 * Tr^{0,166}}{(t+41,086)^{0,942}}\right) \tag{2}$$

onde: i = intensidade média da precipitação intensa (mm/hora); Tr = tempo de retorno (anos); t = duração da precipitação (min); K, a, b, c = parâmetros de ajustes da série histórica da estação pluviométrica estudada.

A ABNT NBR 10.844:1989 define que os períodos de retorno para captação de chuva de diferentes áreas devem ser da seguinte forma: Tr = 1 ano, para áreas pavimentadas, onde empoçamentos possam ser tolerados; Tr = 5 anos, para coberturas e/ou terraços; Tr = 25 anos, para coberturas e áreas onde empoçamento ou extravasamento não possam ser tolerados.

Determinação da vazão de projeto

A vazão de projeto foi calculada com base nos dados da área de contribuição e intensidade pluviométrica. Através dessa informação é possível determinar o volume de água a ser drenada, o que viabiliza o correto dimensionamento de todos os dispositivos e estruturas necessárias para a condução e reserva da água. A vazão de projeto é definida pela fórmula proposta pela ABNT NBR 10.844:1989 e expressa a seguir:

$$Q = \frac{C * i * A}{60} \tag{3}$$

sendo, Q = vazão de projeto (L/min); C = coeficiente de escoamento superficial ou coeficiente de deflúvio ou de run-off (no caso de telhados considera-se C = 1, pois não poderá ocorrer infiltrações); i = Intensidade média da precipitação intensa (mm/h); A = área de contribuição (m²).

Dimensionamento das calhas e condutores

Para o cálculo das calhas e condutores, foram consideradas as exigências e recomendações da norma técnica: ABNT NBR 10.844:1989, que estabelece os critérios e requisitos mínimos necessários aos projetos de drenagem de águas pluviais bem como para a instalação e manutenção de sistemas de aproveitamento de água de chuva em edificações urbanas para fins não potáveis. Em um projeto de captação de águas pluviais é necessário um sistema de calhas e condutores que vai dirigir a água dos telhados até os reservatórios. O dimensionamento das calhas foi efetuado a partir da fórmula de *Manning-Strickler:*

$$Q = K * \frac{A}{n} * Rh^{2/3} * S^{1/2} \tag{4}$$

sendo: Q = vazão de projeto (L/min); K = 60.000 (coeficiente); A = área da seção molhada (m²); n = coeficiente de rugosidade, de resistência ao escoamento ou de run-off ou de Manning (s.m1/3), conforme características do material da seção das calhas; Rh = raio hidráulico (m): quociente entre a área molhada A (m²) e o perímetro molhado P (m) da seção das calhas; S = declividade longitudinal da calha (m/m).

Dimensionamento dos reservatórios

Para o dimensionamento do reservatório de armazenagem foram empregados os métodos recomendados pela ABNT NBR 15.527:2007. É importante destacar que essa norma sofreu uma atualização no ano de 2019 que determina que o dimensionamento do reservatório ficará a critério do projetista considerando as condições técnicas, ambientais e econômicas do local. Após aplicação realizará um comparativo entre os resultados e de acordo com as especificidades do local foi escolhido um dos volumes calculados para continuidade do estudo. Os seis métodos dispostos na ABNT são os seguintes: Método de Rippl; Método da Simulação; Método Azevedo Neto; Método Prático Alemão; Método Prático Inglês; e Método Prático Australiano.

Análise da viabilidade econômica

Segundo Ghisi (2010) a viabilidade econômica da implementação desse sistema está diretamente ligada aos custos associados à construção do reservatório de armazenamento. Portanto, foi analisado, após o cálculo da demanda de água necessária e dimensionamento do reservatório, os possíveis benefícios econômicos resultantes do reaproveitamento de águas pluviais. Para isso foi estimado os custos envolvidos na implementação do sistema no condomínio, utilizando dados da tabela SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil) referente ao estado de Minas Gerais e ao mês de setembro de 2023 (Caixa Econômica Federal, 2023). Com o custo total do sistema pode-se, através dos dados referentes a

economia mensal de água com a implantação do sistema e do custo por m³ da água conforme a concessionária do local de estudo determinar o tempo de retorno do investimento e sua viabilidade econômica.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Áreas de contribuição

As áreas de contribuição consideradas foram as coberturas de todas as edificações do condomínio. Ressalta-se que os telhados possuem áreas diferentes e para o cálculo, foi considerada somente uma das áreas. A identificação de cada telhado está exposta no APÊNDICE A, Figura AA.1. Os resultados da área de contribuição de cada telhado são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Áreas de coleta de água pluvial

Descrição	Área (m²)
Apto Tipo	52,87
Quitinetes 1	149,71
Quitinetes 2	100,25
Quitinetes 3	92,72
Estacionamento 1	157,50
Estacionamento 2	121,59
Área *Goumert*	86,24
Total	920,09

Cálculo da demanda de água

A estimativa da demanda de água não potável no condomínio para uso em rega de jardins e limpeza das áreas impermeabilizada foi igual a 57.610 litros mensais, equivalente a 57,61 m³. Foi considerada a referência de Gonçalves (2006): uma taxa de consumo de 4 L/m² de limpeza de área impermeabilizada e uma frequência de 8 utilizações por mês em uma área de 1445,26 m², e a rega de 473,26 m² de jardim, que despende a utilização de 3 L/m², em 8 utilizações por mês. Os dados são descritos na Tabela 2.

Tabela 2: Demanda de água por atividade

Atividade	Demanda (m³/mês)
Rega de jardim	11,36
Lavagem da área impermeabilizada	46,25
Total	57,61

Intensidade pluviométrica e vazões de projeto

Considerando o período de retorno de 25 anos, precipitação de 10 minutos, os parâmetros para a localidade extraídos do *software* Plúvio 2.1 e inseridos na equação IDF, tem-se a intensidade pluviométrica de 162,79 mm/h.

Utilizando a Equação 3 para determinar a vazão de projeto, encontra-se a precipitação em litros por minutos que é interceptada por cada telhado. Os resultados das vazões estão expostos na Tabela 3. E a vazão total interceptada pela área de contribuição é de Q = 2.496,38 L/min.

Tabela 3: Vazões de projeto em cada telhado

Descrição	Vazão (L/min)
Apto Tipo	143,45
Quitinetes 1	406,18
Quitinetes 2	271,99
Quitinetes 3	251,57
Estacionamento 1	427,32
Estacionamento 2	329,89
Área *Goumert*	235,63
Total	2.496,38

Dimensionamento das calhas e condutores

As calhas definidas são retangulares, sendo fixadas as seguintes medidas: 10x20 cm, 15x30 cm e 20x40 cm. Posteriormente foram calculadas as vazões suportadas por elas, utilizando a equação 4, para que fosse feita a escolha da melhor calha para cada área de telhado. As vazões suportadas pelas calhas estão expostas na Tabela 4. Pode-se observar que a vazão suportada pela calha 10x20 é superior às vazões de projeto de todos os telhados e, portanto, permite o escoamento da água sem que haja transbordamento.

Tabela 4: Vazões das calhas

Dimensão (cm)	Vazão (L/min)
10 x 20	601,48
10 x 30	1773,37
10 x 40	3819,17

Para a determinação dos condutores foi considerado o comprimento dos condutores verticais igual a 6 metros, sendo esta, a altura das quitinetes de 2 andares. Em todos os telhados foi obtido um diâmetro de 75mm para condutores verticais. A declividade dos condutores horizontais ficou definida como de 1%, para melhor escoamento da água, e a rugosidade destes iguais a n = 0,011. Os diâmetros calculados e adotados para condutores horizontais são mostrados na Tabela 5. Para padronização adotou-se nos trechos o maior diâmetro encontrado entre o condutor vertical e o horizontal.

Tabela 5: Diâmetro dos condutores horizontais

Trecho	Vazão Acumulada (m^3/s)	Diâmetro do condutor horizontal (mm)	Diâmetro do condutorAdotado (mm)
Apto Tipo 01 - Apto Tipo 02	143,45	100	100
Apto Tipo 02 - Apto Tipo 03	286,89	100	100
Apto Tipo 03 - Apto Tipo 04	430,34	125	150
Apto Tipo 04 - Rede 1	573,78	150	150
Quitinetes 01 - Rede 1	406,19	125	150
Rede 1 - Reservatório	979,97	200	200
A. *Gourmet* - Estacionamento 01	235,63	100	100
Estacionamento 01 - Rede 02	662,96	150	150
Quitinetes 03 - Estacionamento 2	251,57	100	100
Estacionamento 02 - Quitinetes 2	581,46	150	150
Quitinetes 02 - Rede 2	853,45	200	200
Rede 2 - Reservatório	1516,41	200	200

Dimensionamento do reservatório

Os cálculos para o dimensionamento dos reservatórios foram realizados de acordo com os seis métodos do Anexo A da ABNT NBR 15.527:2007 descritos no item 2.7. Abaixo são apresentadas tabelas com os cálculos efetuados para os métodos de Rippl, da simulação e prático australiano. Para o método da simulação foram estipulados dois volumes para o reservatório: 60 m^3 e 20 m^3.

Tabela 6: Volume de reservatório pelo método de *Rippl*

Mês	t	Precipitação (mm)	Área de captação (m²)	Demanda - m³	Vol. de chuva m³	Diferença (Demanda e V. chuva) m³
JAN	1	183,1	920,09	57,61	134,77	-77,16
FEV	2	140,9	920,09	57,61	103,71	-46,10
MAR	3	178,7	920,09	57,61	131,54	-73,93
ABR	4	65,2	920,09	57,61	47,99	9,62
MAI	5	15,9	920,09	57,61	11,70	45,91
JUN	6	2,9	920,09	57,61	2,13	55,48
JUL	7	0,2	920,09	57,61	0,15	57,46
AGO	8	4,9	920,09	57,61	3,61	54,00
SET	9	11,7	920,09	57,61	8,61	49,00
OUT	10	67,1	920,09	57,61	49,39	8,22
NOV	11	200,6	920,09	57,61	147,66	-90,05
DEZ	12	234,6	920,09	57,61	172,68	-115,07
TOTAL		1105,8		691,32	813,95	
Volume do reservatório (m³)						279,68

Tabela 7: Volume de reservatório pelo método da simulação V = 60 m³

Mês	Precipitação (mm)	Área de captação (m²)	Demanda (m³)	Volume de chuva (m³)	N. do reserv. em t-1 (m³)	N. do reserv. em t (m³)	Vol. de água - m³
JAN	183,1	920,09	57,61	134,77	0,00	60,00	57,61
FEV	140,9	920,09	57,61	103,71	60,00	60,00	57,61
MAR	178,7	920,09	57,61	131,54	60,00	60,00	57,61
ABR	65,2	920,09	57,61	47,99	60,00	50,38	57,61
MAI	15,9	920,09	57,61	11,70	50,38	4,48	57,61
JUN	2,9	920,09	57,61	2,13	4,48	0,00	6,61
JUL	0,2	920,09	57,61	0,15	0,00	0,00	0,15
AGO	4,9	920,09	57,61	3,61	0,00	0,00	3,61
SET	11,7	920,09	57,61	8,61	0,00	0,00	8,61
OUT	67,1	920,09	57,61	49,39	0,00	0,00	49,39
NOV	200,6	920,09	57,61	147,66	0,00	60,00	57,61
DEZ	234,6	920,09	57,61	172,68	60,00	60,00	57,61
Volume aproveitável do reservatório (m³)							471,64

Tabela 8: Volume de reservatório pelo método da simulação V = 20 m³

Mês	Precipitação (mm)	Área de captação - m²	Demanda (m³)	V. de chuva (m³)	N. do reserv. em t-1 (m³)	N. do reserv. em t (m³)	Vo. de água m³
JAN	183,1	920,09	57,61	134,77	0,00	77,16	57,16
FEV	140,9	920,09	57,61	103,71	20,00	56,10	57,16
MAR	178,7	920,09	57,61	131,54	20,00	83,93	57,16
ABR	65,2	920,09	57,61	47,99	20,00	0,38	57,16
MAI	15,9	920,09	57,61	11,70	10,38	-45,52	22,09
JUN	2,9	920,09	57,61	2,13	0,00	-55,48	2,13
JUL	0,2	920,09	57,61	0,15	0,00	-57,46	0,15
AGO	4,9	920,09	57,61	3,61	0,00	-54,00	3,61
SET	11,7	920,09	57,61	8,61	0,00	-49,00	8,61
OUT	67,1	920,09	57,61	49,39	0,00	-8,22	49,39
NOV	200,6	920,09	57,61	147,66	0,00	90,05	57,16
DEZ	234,6	920,09	57,61	172,68	20,00	125,07	57,16
Volume aproveitável do reservatório (m³)							**428,94**

Tabela 9: Volume de reservatório pelo método australiano

Mês	Precipitação (mm)	Área de captação (m²)	Demanda (m³)	Interceptação (mm)	Volume de chuva (m³)	Nível do reservatório em t-1 (m³)	Nível do reservatório em t (m³)
JAN	183,1	920,09	57,61	2	133,30	87,00	162,69
FEV	140,9	920,09	57,61	2	102,24	162,69	207,32
MAR	178,7	920,09	57,61	2	130,06	207,32	279,78
ABR	65,2	920,09	57,61	2	46,52	279,78	268,69
MAI	15,9	920,09	57,61	2	10,23	268,69	221,31
JUN	2,9	920,09	57,61	2	0,66	221,31	164,36
JUL	0,2	920,09	57,61	0,2	0,00	164,36	106,75
AGO	4,9	920,09	57,61	2	2,13	106,75	51,28
SET	11,7	920,09	57,61	2	7,14	51,28	0,81
OUT	67,1	920,09	57,61	2	47,92	0,81	-8,89
NOV	200,6	920,09	57,61	2	146,18	0,00	88,57
DEZ	234,6	920,09	57,61	2	171,21	88,57	202,17
Volume do reservatório (m³)							**279,78**

Volume calculado pelo método Azevedo Neto:

$$V = 0{,}042 \times P \times A \times T \quad (10)$$
$$V = 0{,}042 \times 1105{,}8 \times 920{,}09 \times 3$$
$$V = 128{,}20\ m^3$$

Volume calculado pelo método Prático Alemão:

$$V_{adotado} = \text{mín}\ (V;D) \times 0{,}06 \quad (11)$$
$$V = 691{,}32 \times 0{,}06$$
$$V = 41{,}48\ m^3$$

Volume calculado pelo método Prático Inglês:

$$V = 0{,}05 \times P \times A \quad (12)$$
$$V = 0{,}05 \times 1105{,}8 \times 920{,}09$$
$$V = 50{,}87\ m^3$$

Na Tabela 10 é possível observar e fazer o comparativo entre os resultados obtidos em cada um dos métodos.

Com os resultados obtidos observa-se uma variação significativa no volume de um método para o outro. Como o município apresenta um período de escassez de chuva entre maio e setembro seria necessário um reservatório com um volume expressivo para suprir a demanda deste período. Os métodos de Rippl, Azevedo Neto e Australiano apresentaram os maiores volumes, porém considerando o elevado custo do reservatório e a grande área demandada para sua implantação, visto que o condomínio é pequeno e não teria esta área para a instalação, torna-se inviável os reservatórios dimensionados por estes métodos.

Tabela 10. Comparação entre os volumes de reservatórios obtidos

Método	Volume (m^3)
Método *Rippl*	279,68
Método da Simulação 1	60,00
Método da Simulação 2	20,00
Método Azevedo Neto	128,20
Método Prático Alemão	41,48
Método Prático Inglês	50,87
Método Prático Australiano	279,78

Realizando uma comparação com os volumes considerados pelo Método da Simulação, nota-se que a diferença de potencial de aproveitamento de água entre eles é de apenas 42,7 m³ anuais, o que não é um valor tão significativo comparando o custo da implementação. Assim, considera-se que a instalação de um reservatório de 20 m³ seria mais viável, descartando, portanto, além do reservatório de 60 m³ (Método da Simulação 1), os reservatórios de 41,48 m³ e 50,87 m³, pelos métodos prático alemão e inglês respectivamente.

É importante ressaltar que o reservatório de 20 m³, assim como os demais citados no parágrafo anterior, ficaria ocioso nos meses menos chuvosos e devido a isso o sistema não teria capacidade para suprir 100% da demanda. A escolha do reservatório de 20 m³ implicará numa economia de volume de água correspondente a 428,94 m³ anuais, o que representa 62,05% da demanda anual para irrigação de jardins e lavagens de áreas impermeabilizadas.

Análise da viabilidade econômica

O sistema de aproveitamento de águas pluviais foi modelado no *software* Revit da Audodesk (2023), como apresentado no Apêndice B. Optou-se por fazer os reservatórios enterrados para que o mesmo e as tubulações não atrapalhassem o fluxo do condomínio. Para descarte do primeiro milímetro de chuva foi disposto um reservatório de 1.000L e nos bocais das calhas foi considerado a instalação de grelha hemisférica para evitar sujeiras nas instalações.

Com a modelagem foi possível obter a lista de materiais necessários para implantação do sistema e com isso foi realizado o orçamento de cada item com base no SINAPI conforme mostra a Tabela no Anexo. Portanto, para a instalação do sistema de captação de águas pluviais é estimado um custo de R$ 31.135,05 (trinta e um mil e cento e trinta e cinco reais e cinco centavos). (Tabela 11).

Tabela 11: Orçamento dos materiais para implantação do sistema

ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	VALOR UNIT. (R$)	VALOR TOTAL (R$)
1.1	Joelho PVC, soldável, 45°, 100mm	un	2	9,69	19,38
1.2	Joelho PVC, soldável, 45°, 150mm	un	4	69,46	277,84
1.3	Joelho PVC, soldável, 90°, DN 40mm	un	1	2,36	2,36
1.4	Joelho PVC, soldável, 90°, DN 75mm	un	5	7,37	36,85
1.5	Joelho PVC, soldável, 90°, DN 100mm	un	33	8,81	290,73
1.6	Joelho PVC, soldável, 90°, DN 150mm	un	9	63,94	575,46
1.7	Joelho PVC, soldável, 90°, DN 200mm	un	4	124,95	499,80
1.8	Luva simples PVC, soldável, DN 75mm	un	5	7,11	35,55
1.9	Luva simples PVC, soldável, DN 100mm	un	41	6,95	284,95
1.10	Luva simples PVC, soldável, DN 150mm	un	23	34,77	799,71
1.11	Luva simples PVC, soldável, DN 200mm	un	12	86,14	1.033,68
1.12	Tê PVC, 100 x 100mm	un	6	46,40	278,40
1.13	Tê PVC, 100 x 150mm	un	2	91,80	183,60
1.14	Tê PVC, 150 x 150mm	un	3	122,91	368,73
1.15	Grelha hemisférica ferro fundido DN 150mm	un	11	31,50	346,50
1.16	Tubo PVC, série normal, DN 40mm	m	3,21	6,90	22,15
1.17	Tubo PVC, série normal, DN 75mm	m	4,78	14,96	71,51
1.18	Tubo PVC, série normal, DN 100mm	m	115,88	15,80	1.830,90
1.19	Tubo PVC, série normal, DN 150mm	m	42,18	41,30	1.742,03
1.20	Tubo PVC, série normal, DN 200mm	m	35,40	106,13	3.757,00
1.21	Assentamento de tubo de PVC	m	187,16	4,10	767,36
1.22	Escavação de valas	m^3	64,70	11,07	716,23
1.23	Calha de chapa de aço galvanizado num 26	m	130,25	27,99	3.645,70
1.24	Caixa d'água em polietileno, 1000L, com tampa	un	1	459,95	459,95
1.25	Reservatório poliester reforçado com fibra devidro, 20000L, com tampa	un	1	11.878,17	11.878,17
1.26	Adaptador PVC soldável curto com bolsa e rosca	un	3	20,17	60,51
1.27	Bomba centrífuga com motor elétrico	un	1	1.150,00	1.150,00
	TOTAL				**31.135,05**

Nota-se que o item de valor mais expressivo do orçamento é justamente o reservatório de 20 m³ com valor correspondente a R$ 11.878,17. Outros itens de custo expressivos são as tubulações de 100, 150 e 200 mm. Devido as áreas de captação de chuva serem distantes uma das outras, foi necessária uma metragem considerada destes itens.

Com os valores de economia de água mensal pelo reservatório de 20 m³, visto na Tabela 8 e utilizando da Tabela Tarifaria de Aplicação da COPASA (Figura B.3), que é a concessionária de água atuante no município, foi possível identificar o potencial de economia financeira com a instalação do sistema. De acordo com a tabela tarifaria o valor para consumo de água acima de 40 m³ mensais em construções residenciais é de R$14,761 por mês. Logo a economia de 428,94 m³ de água resultaria numa economia de R$6.331,58 anuais. Este valor representa 20,03% do custo de implantação, o que indica que demandaria aproximadamente de 5 anos para obter retorno do investimento.

CONCLUSÃO

No presente estudo foi proposto um projeto de economia de água em um condomínio residencial da cidade de Arinos-MG, através do sistema de captação de água pluviais, com
usos para fins não potáveis. Os resultados obtidos permitem concluir que o estudo, sobre o aproveitamento da água pluvial na edificação, possibilita uma economia anualmente de 428,94 m³ de água, com a instalação de um reservatório de 20 m³ com custo estimado de implantação no valor de R$ 31.135,05.

Apesar da ociosidade do reservatório durante os períodos de estiagem, a implantação do sistema proporciona uma economia de 62% da demanda anual do condomínio para rega de jardins e lavagem de áreas impermeabilizadas e uma economia financeira de R$ 6.331,58, retornando o valor do investimento em um período de aproximadamente 5 anos. Maiores valores de economias poderiam ser obtidos com reservatórios de maior capacidade e consequentemente maior valor, porém comparando com o custo de implementação os ganhos não seriam tão significativos, além do fato do condomínio não dispor de uma área grande para a instalação de reservatórios maiores.

A utilização do sistema de captação de águas pluviais é uma atividade sustentável de grande importância, pois além de contribuir com a conservação da água, reduzindo seu consumo, promove também uma economia financeira. Ademais, o seu uso auxilia para a não sobrecarga do sistema de drenagem de águas pluviais das cidades.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 5.527.* Aproveitamento de água de chuva de coberturas para fins não potáveis – Requisitos. Rio de Janeiro, 2019.

_____. *NBR 5.527.* Água de chuva – aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – requisitos. Rio de Janeiro, 2007.

_____. *NBR 10.844:* Instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro, 1989.

AUTODESK. *Revit, versão 2023.* Disponível em: https://www.autodesk.com/br/products Acesso em: 22 maio 2023.

BAPTISTA, M.; NASCIMENTO, N.; BARRAUD, S. *Técnicas Compensatórias em Drenagem Urbana.* 2º. ed. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos. 2015.

BARBOSA JÚNIOR, A. R. *Elementos de hidrologia aplicada.* São Paulo: Blucher, 2022.

BRASIL. *Lei nº 9.433*, de 8 de janeiro de 1997. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 8 jan. 1997.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. SINAPI: Relatório de Insumos e Composições. Minas Gerais, 2023. Disponível em: <https://www.caixa.gov.br/site/Paginas/downloads.aspx#categoria_648> Acesso em: 30 de out. de 2023.

COPASA – COMPANHIA DE SANEAMENTO DE MINAS GERAIS. Disponível em: <https://www.arsae.mg.gov.br/copasa/#doc> Acesso em: 1 de nov., 2023.

GONÇALVES, R. F. (Coord). *Uso racional da água em edificações.* Projeto PROSAB. Rio de Janeiro: ABES, 2006.

HESPANHOL, I. Potencial de Reuso de Água no Brasil: Agricultura, Industria, Municípios, Recarga de Aquíferos. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 7, n. 4, p. 75-95, 2002.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Brasileiro de 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/arinos/panorama>. Acesso em: 22 mai. 2023.

INMET - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. - Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/>. Acesso em: 18 out., 2023.

MAY, S. *Estudo da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações.* 159 f. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

MORAIS, J. W. A. *Viabilidade Técnica/econômica no aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis em uma instituição de ensino do amazonas.* 2017. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Amazonas. Manaus, Amazonas, 2017.

UFV – UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. Grupo de pesquisa em recursos hídricos (GPRH). *Software* Pluvio 2.1 – Chuvas intensas para o Brasil. Disponível em: https://www.gprh.ufv.br/?area=softwares Acesso em: 22 out. 2023.

Apêndice A – Projeto de captação de águas pluviais

Neste apêncide são apresentadas imagens do projeto de captação de águas pluviais do condomínio em estudo, sendo representadas a planta baixa e vistas 3D.

Figura AB.1 – Planta

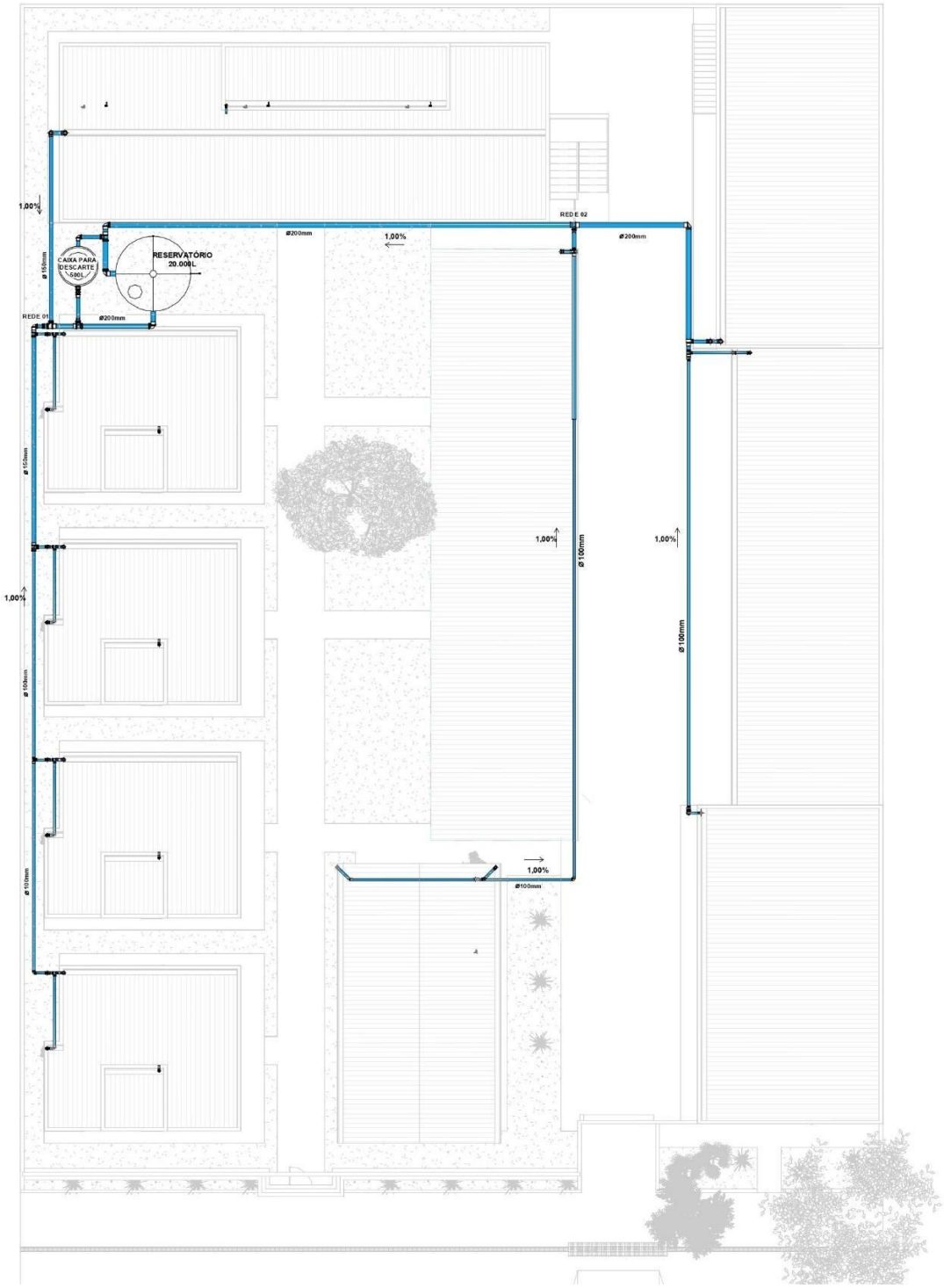

Figura AB.2 – Vista 3D geral

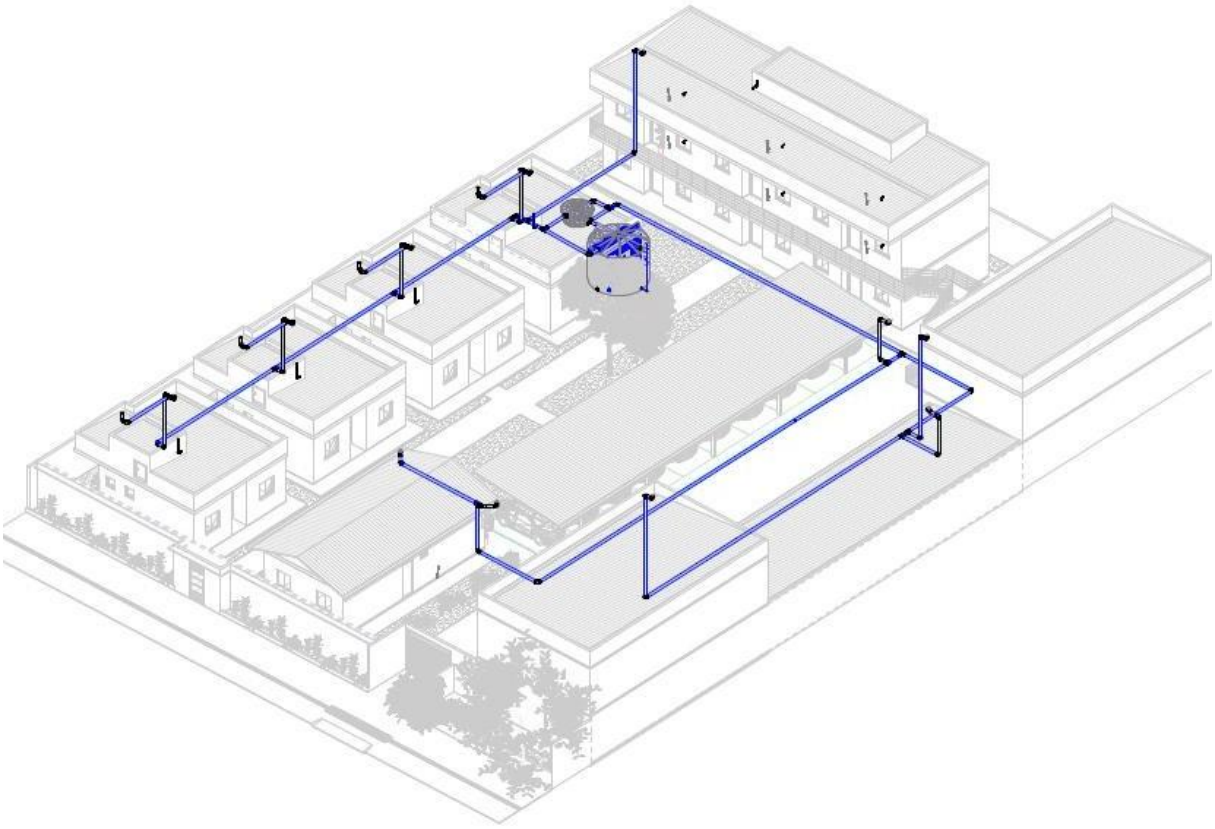
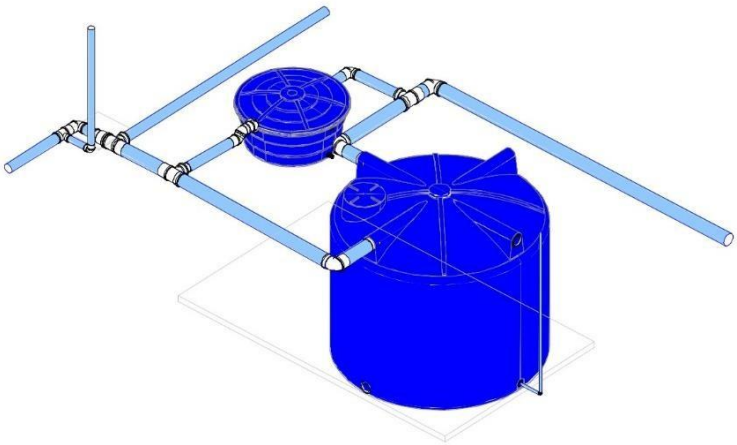
Figura AB.3 – Detalhe reservatórios