

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL
RAPHAEL GANNAM ALVES

**MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO: projeto de aproveitamento de água da
chuva para o edifício comercial da empresa Veículos Cruzeiro Comércio LTDA da
cidade de Varginha MG**

Varginha
2017

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dimensionamento das calhas semicirculares	9
Tabela 2 - Dimensionamento dos condutores verticais	9
Tabela 3 - Volume aproveitável da precipitação média mensal	10
Tabela 4 - Dimensionamento pelo método de Ripple	10
Tabela 5 - Dimensionamento pelo método de Azevedo Netto	11
Tabela 6 - Dimensionamento do sistema elevatório	11
Tabela 7 - Dimensionamento da rede de distribuição 1	12
Tabela 8 - Dimensionamento da rede de distribuição 2	12
Tabela 9 - Levantamento quantitativo e estimativa de custo (setor de captação)	13
Tabela 10 - Levantamento quantitativo e estimativa de custo (sistema elevatório)	14
Tabela 11 - Levantamento quantitativo e estimativa de custo (rede de distribuição)	14
Tabela 12 - Levantamento quantitativo e estimativa de custo (reservatório)	15
Tabela 13 - Estimativa de custo total do sistema	16

SUMÁRIO

1 OBJETIVO	3
2 DADOS DO PROJETO	3
3 NORMAS TÉCNICAS DE REFERÊNCIA.....	3
4 RESPONSABILIDADE TÉCNICA.....	4
5 DESCRIÇÃO DO PROJETO E DE SERVIÇOS.....	4
5.1 Área de captação.....	4
5.2 Área de contribuição	4
5.3 Calhas	4
5.4 Condutores verticais.....	5
5.5 Filtro de água pluvial	5
5.6 Reservatório inferior	5
5.7 Sistema extravasor do reservatório inferior	6
5.8 Reservatório superior.....	6
5.9 Sistema elevatório	6
5.10 Rede de distribuição	7
5.11 Interligação entre sistema de água potável e não potável.....	7
6 ESPECIFICAÇÃO DE MATERIAIS	8
6.1 Materiais.....	8
7 RESULTADOS DO DIMENSIONAMENTO	9
7.1 Dimensionamento de calhas.....	9
7.2 Dimensionamento dos condutores certicais	9
7.3 Dimensionamento do reservatório inferior	10
7.4 Dimensionamento do sistema elevatório	11
7.5 Dimensionamento da rede de distribuição e verificação da pressão manométrica	12
8 LEVANTAMENTO QUANTITATIVO E ESTIMATIVA DE CUSTO.....	13
8.1 Setor de captação	13
8.2 Sistema elevatório	14
8.3 Rede de distribuição	14
8.4 Reservatório inferior	15
8.5 Custo total estimado	16

1 OBJETIVO

Este memorial tem como objetivo apresentar os métodos e elementos utilizados no desenvolvimento do projeto de um sistema de captação e aproveitamento de água da chuva para o edifício comercial da empresa Veículos Cruzeiro Comércio LTDA, destacando, também, as condições gerais de funcionamento do sistema. Vale ressaltar que, para a realização do projeto, a garantia de conforto, durabilidade e, principalmente economia de água potável foram objetivos essenciais.

2 DADOS DO PROJETO

- Empreendimento: Sistema de aproveitamento de água da chuva para edifício comercial;
- Destinação: Comercial;
- Endereço: Avenida Princesa do Sul, 470, Varginha - MG;
- Número de Pavimentos: 04 (quatro). Pavimento térreo, mais três pavimentos superiores;
- Pontos de Água Não Potável: 11 (onze). Dez bacias sanitárias e uma torneira de jardim;
- Área do Terreno: 742,50m²;
- Área da Construção: 2.101,81 m².

3 NORMAS TÉCNICAS DE REFERÊNCIA

O projeto foi elaborado conforme as exigências das seguintes normas: NBR 15527 (ABNT, 2007), referente ao aproveitamento da água de chuva de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis, NBR 5626 (ABNT, 1998), referente à instalação predial de água fria, NBR 10844 (ABNT, 1989), referente a instalações prediais de águas pluviais, NBR5688 (ABNT, 1999), referente a tubos e conexões de PVC-U para sistemas prediais de água pluvial, esgoto sanitário e ventilação e NBR 14799 (ABNT, 2011), referente a reservatório com corpo em polietileno, com tampa em polietileno ou em polipropileno, para água potável, de volume nominal até 2.000 L.

4 RESPONSABILIDADE TÉCNICA

Projeto de sistema de captação e aproveitamento de água da chuva para o edifício comercial da empresa Veículos Cruzeiro Comércio LTDA, desenvolvido por Raphael Gannam Alves, estudante do curso de Engenharia Civil, noturno, 10º período B do ano de 2017.

5 DESCRIÇÃO DO PROJETO E DE SERVIÇOS

5.1 Área de captação

A NBR 15527 (ABNT, 2007), define como área de captação somente a área projetada paralelamente à superfície impermeável da cobertura. Portanto, o edifício em estudo possui uma área de captação de 481,2 m² e, através desta área, pôde-se realizar de maneira correta o dimensionamento do reservatório de água da chuva.

5.2 Área de contribuição

Conforme a NBR 10844/89, a área de contribuição é a soma de todas as áreas que interceptam a chuva e a redireciona para determinado ponto da instalação.

O edifício em estudo possui uma cobertura dividida em duas áreas de contribuição, com 264,4 m² cada uma delas, que geram uma área total contribuinte de 528,8 m². Através dessas áreas e da intensidade de chuva de 164,5 mm/h obtida pelo software Plúvio para o município de Varginha/MG, pode-se determinar a vazão de projeto e realizar o dimensionamento de todas as calhas e condutores que compõem o sistema.

5.3 Calhas

A cobertura deverá portar duas calhas de platibanda semicircular com diâmetro equivalente a 200 mm, inclinação igual a 0,5% e equipadas, cada uma delas, com um bocal a montante e um bocal a jusante, conforme o especificado no projeto. Também devem ter um comprimento total de 20,05 m e um desnível final de 10 cm com relação à cobertura, conforme o obtido nos cálculos de dimensionamento.

5.4 Condutores verticais

O sistema de captação deverá ser composto por quatro condutores verticais, sendo um a jusante em cada calha, que serão utilizados constantemente, e um a montante em cada calha, que serão utilizados somente em caso de transbordamento. Estes serão de PVC (policloreto de polivinila), deverão ter diâmetro de 150 mm e devem ser fixados com abraçadeira metálica parafusada junto à face externa da parede do edifício, respeitando todas as medidas de posicionamento especificadas no projeto.

5.5 Filtro de água pluvial

Para realização da filtragem da água da chuva, deverá ser empregado o filtro Twin AquaSave. Este é desenvolvido para suportar a vazão de uma área de cobertura contribuinte de até 600 m² e realizar a micro filtragem da água da chuva retirando folhas e matérias orgânicas.

O filtro deverá estar conectado junto à extremidade inferior de cada um dos condutores fixados a jusante de cada calha e deverá também estar conectado a dois tubos de PVC de 150 mm capazes de direcionar a água filtrada para dentro do reservatório inferior e a dois tubos de PVC de 150 mm capazes de descartar a água residual gerada pelo processo de filtragem. Todos os componentes do conjunto de filtragem deverão ser instalados respeitando todas as medidas e inclinações especificadas no projeto.

5.6 Reservatório inferior

O reservatório inferior deverá ser feito em concreto armado, com capacidade para armazenar um volume de 60 mil litros de água pluvial. Dessa forma, deverá possuir dimensões internas de 6,0 m x 5,0 m x 3,0 m (comprimento x largura x altura), sendo um metro de altura destinado à disposição das tubulações e dois metros de altura destinados ao armazenamento de água, respeitando, assim, todas as medidas apresentadas no projeto.

Para a construção do reservatório inferior, deverão ser desenvolvidos serviços de escavação mecanizada, apiolamento de solo utilizando soquete, aplicação de lastro de concreto magro, montagem de armaduras e formas, concretagem com concreto de fck igual ou superior a 20 Mpa, desforma, impermeabilização por cristalização, reaterro manual de valas e, por fim, instalação das tampas metálicas.

5.7 Sistema extravasor do reservatório inferior

O reservatório inferior deverá portar tubulações de extravasamento para evitar transbordamento em casos de excesso de precipitação. Este sistema deverá possuir tubos de PVC de 150 mm, fixados na lateral esquerda do reservatório e tubos de PVC de 150 mm interligados ao filtro na lateral direita do reservatório, como detalhado no projeto. Deverá também ser instalado um ralo seco de 100 mm no piso da casa de máquinas com a finalidade de drenar certo volume de água proveniente de algum reparo no sistema ou de algum vazamento indesejado.

Todas as tubulações que compõem o sistema extravasor deverão ser interligadas por conexões com diâmetros equivalentes e por caixas de passagem feitas em alvenaria com dimensões de 50 cm x 50 cm x 45 cm (comprimento x largura x altura). Este sistema deverá ser construído respeitando todas as inclinações e cotas de alinhamento representadas no projeto, garantindo, assim, que todo o volume indesejado de água possa ser drenado para a rede pública.

5.8 Reservatório superior

O reservatório superior deverá ser de polietileno, com capacidade para armazenar um volume total de 2 mil litros de água não potável. Este deverá ser fixado a uma altura de 1,05 m acima da laje do forro, sendo posicionado sobre uma superfície lisa e plana de concreto armado, que seja apta a suportar todo o carregamento gerado pelo reservatório, conforme o apresentado no projeto. Deverão também ser feitos furos utilizando serra-copo com diâmetro compatível aos de cada uma das flanges que serão instaladas, uma vez que estas flanges receberão a tubulação de recalque, as tubulações das redes de distribuição e a tubulação extravasora.

5.9 Sistema elevatório

Deverá ser utilizado no sistema elevatório uma motobomba elétrica, centrífuga, para águas limpas e com potência de 0,5 Cv. A motobomba deverá ser instalada por um profissional especializado, que irá programá-la para funcionar o tempo necessário para abastecer o reservatório superior. Vale destacar, que esta deverá ser instalada sobre o piso da casa de máquinas, situando-se ao mesmo nível da cota de fundo do reservatório, garantindo,

assim, que esta não estará provida de altura geométrica de sucção, conforme apresenta o projeto.

As tubulações de sucção e recalque deverão ser de PVC soldável e, respectivamente, possuir diâmetros de 25 mm e 20 mm, devendo ser interligadas utilizando todos os registros, válvulas e conexões especificados no projeto e instaladas conforme as cotas de alinhamento, também especificados no projeto.

5.10 Rede de distribuição

A rede de distribuição será composta por barriletes que devem ser posicionados sobre a laje do último pavimento e por colunas de água não potável que descem diretamente a cada ponto de utilização. Todas as tubulações que compõem a rede de distribuição deverão ser de PVC soldável, interligadas utilizando todos os registros e conexões especificados no projeto e instaladas conforme os diâmetros e cotas de alinhamento, também especificados no projeto, o que irá garantir que a pressão manométrica em todos os pontos da rede trabalhará sempre dentro dos padrões estabelecidos pela NBR 5626 (ABNT, 1998).

As saídas das tubulações das bacias sanitárias deverão ser posicionadas a uma altura de 20 cm do piso. Já a saída da tubulação da torneira de irrigação deverá ser posicionada a uma altura de 30 cm do piso e todas elas também devem ser instaladas conforme os diâmetros e cotas de alinhamentos, também especificados no projeto. Vale ressaltar que, para a união entre tubos, registros e conexões, deve-se utilizar adesivo plástico incolor, onde as extremidades de cada peça deverão ser levemente lixadas para que haja maior aderência entre o PVC e o adesivo plástico, evitando-se assim, quaisquer tipos de vazamento provenientes de eventuais erros de execução.

5.11 Interligação entre sistema de água potável e não potável

Deverá ser feita uma interligação entre o sistema de água potável e não potável, evitando-se, de todas as maneiras, a falta de água nos pontos de utilização. Dessa forma, o reservatório superior de água não potável deverá possuir um tubo de suprimento posicionado 5 cm acima da altura máxima que a lâmina de água pode atingir dentro do reservatório, com uma distância de 20 cm da borda do reservatório e ligado diretamente ao reservatório de água potável, conforme apresentado no projeto, evitando assim qualquer tipo de contaminação da

água potável causada pela água não potável. Toda a tubulação deverá ser instalada conforme os diâmetros e cotas de alinhamento especificados no projeto.

6 ESPECIFICAÇÃO DE MATERIAIS

As especificações de materiais e serviços são fundamentais para identificação dos materiais empregados no projeto do sistema de captação e aproveitamento de água da chuva. A seguir, serão especificados todos os materiais apresentados no projeto.

6.1 Materiais

- a) Calhas: deverão ser de PVC, semicirculares e com diâmetro de 200 mm, atendendo assim as especificações da NBR 10844 (ABNT, 1989);
- b) Tubos e conexões dos condutores verticais: deverão ser de PVC branco da série normal da marca Tigre, ou similar que ofereça qualidade equivalente, com diâmetro de 150 mm definido no projeto, atendendo assim as especificações da NBR 5688 (ABNT, 1999);
- c) Tubos e conexões do sistema extravasor do reservatório inferior: também deverão ser de PVC branco da série normal da marca Tigre, ou similar que ofereça qualidade equivalente, com diâmetro de 150 mm definido no projeto, atendendo assim as especificações da NBR 5688 (ABNT, 1999);
- d) Tubos e conexões do sistema elevatório: as tubulações de sucção e recalque deverão ser de PVC rígido, marrom, soldável, da marca Tigre, ou similar que ofereça qualidade equivalente, mantendo sempre os diâmetros especificados no projeto;
- e) Tubos e conexões das redes de distribuição: barriletes, colunas de água não potável e tubos extravasores deverão ser de PVC rígido, marrom, soldável, da marca Tigre, ou similar que ofereça qualidade equivalente, mantendo os diâmetros especificados no projeto, atendendo assim as especificações da NBR 5626 (ABNT, 1998);
- f) Registros para áreas internas: deverão ser registros de gaveta de PVC, cromados, da marca Tigre, ou similar que ofereça qualidade equivalente, seguindo os diâmetros apresentados no projeto, atendendo assim as especificações da NBR 5626 (ABNT, 1998);
- g) Registros para áreas externas e barriletes: deverão ser registros de gaveta de latão, da marca Deca, ou similar que ofereça qualidade equivalente, seguindo os diâmetros apresentados no projeto, atendendo assim as especificações da NBR 5626 (ABNT, 1998);

- h) Válvula de retenção do sistema de recalque: deverá ser de PVC, marrom, soldável, da marca Tigre, ou similar que ofereça qualidade equivalente, seguindo o diâmetro apresentado no projeto, atendendo assim as especificações da NBR 5626 (ABNT, 1998);
- i) Adesivo para união das peças de PVC: deverá ser adesivo plástico transparente da marca Tigre, ou similar que ofereça qualidade equivalente;
- j) Reservatório superior: deverá ser de polietileno de 2000 l, da marca Fortlev, ou similar que ofereça qualidade equivalente, e com fechamento total, atendendo a NBR 14799 (ABNT, 2011);
- k) Motobomba: deverá ser utilizada motobomba elétrica, centrífuga, para águas limpas da marca Shulz, modelo SHX1P de 0,5 Cv de potência, com altura manométrica máxima de 19,6 m e vazão máxima de 5,93 m³/h.

7 RESULTADOS DO DIMENSIONAMENTO

7.1 Dimensionamento de calhas

Tabela 1 - Dimensionamento das calhas semicirculares.

Calhas	Dec. %	L Calha (m)	n	Qp (L/min.)	Des. Final (m)	Ø int. (mm)	Verificação
C1	0,5	20,05	0,011	724,90	0,10	200	ok
C2	0,5	20,05	0,011	724,90	0,10	200	ok

Fonte: O autor.

7.2 Dimensionamento dos condutores verticais

Tabela 2 - Dimensionamento dos condutores verticais.

Descrição	To (%)	Qp (L/min.)	Ø min. (mm)	Ø adot. (mm)	Verificação
CV1 - CV2	30	724,90	110,88	150	ok
CV3 - CV4	30	724,90	110,88	150	ok

Fonte: O autor.

7.3 Dimensionamentos do reservatório inferior

Tabela 3 - Volume aproveitável da precipitação média mensal.

Meses	Prec. Med. (mm)	Área Capt. (m)	Runoff	Rend. Filtro	Volume (L)	Volume (m ³)
Janeiro	275,50	481,2	0,95	0,8	100753,66	100,75
Fevereiro	126,70	481,2	0,95	0,8	46335,71	46,34
Março	190,20	481,2	0,95	0,8	69558,42	69,56
Abril	75,60	481,2	0,95	0,8	27647,83	27,65
Mai	32,10	481,2	0,95	0,8	11739,36	11,74
Junho	34,60	481,2	0,95	0,8	12653,64	12,65
Julho	14,50	481,2	0,95	0,8	5302,82	5,30
Agosto	12,00	481,2	0,95	0,8	4388,54	4,39
Setembro	55,40	481,2	0,95	0,8	20260,44	20,26
Outubro	102,90	481,2	0,95	0,8	37631,76	37,63
Novembro	189,20	481,2	0,95	0,8	69192,71	69,19
Dezembro	168,80	481,2	0,95	0,8	61732,19	61,73

Fonte: O autor

Tabela 4 - Dimensionamento pelo método de Ripple.

Meses	Cons. Mens (m ³)	Vol. Mens (m ³)	Vol. Result. (m ³)
Janeiro	24,04	100,75	76,71
Fevereiro	24,04	46,34	22,30
Março	24,04	69,56	45,52
Abril	24,04	27,65	3,61
Mai	24,04	11,74	-12,30
Junho	24,04	12,65	-11,39
Julho	24,04	5,30	-18,74
Agosto	24,04	4,39	-19,65
Setembro	24,04	20,26	-3,78
Outubro	24,04	37,63	13,59
Novembro	24,04	69,19	45,15
Dezembro	24,04	61,73	37,69
Volume do Reservatório Inf. (m ³)			53,55

Fonte: O autor.

Tabela 5 - Dimensionamento pelo método de Azevedo Netto.

Fator	Prec. Anual (mm)	Área Capt. (m)	M. Pouca chuva	Vol. Res. (m³)
0,042	1277,50	481,2	2	51,64

Fonte: O autor.

7.4 Dimensionamento do sistema elevatório

Tabela 6 - Dimensionamento do sistema elevatório.

Q demanda (m³/dia)	2,00
Tempo de func. bomba (h)	2
Q projeto (l/s)	0,28
∅ recalque (Bresse) (mm)	20,00
∅ recalque (ABNT) (mm)	11,64
∅ recalque adotado (mm)	20
∅ sucção adotado (mm)	25
Coef. de Rugosidade	140
L tub. sucção (m)	1,50
L eq. sucção (m)	2,30
L tub. recalque (m)	22,00
L eq. recalque (m)	10,00
Hg sucção (m)	0,00
Hg recalque (m)	15,20
Hf sucção (m)	0,072
Hf recalque (m)	1,81
H manométrica (m)	17,10
Rendimento da bomba (%)	47,7
Rendimento do motor (%)	74,2
Potência da bomba (CV)	0,180
Potência da bomba + 20% (cv)	0,216

Fonte: O autor.

7.5 Dimensionamento da rede de distribuição e verificação da pressão manométrica

Tabela 7 - Dimensionamento da rede de distribuição 1.

Desc.	N	T	Peças	Pr	Q (l/s)	Ø	V (m/s)	J (m/m)	L (m)	Le (m)	Lt (m)	H (m)	Hf (m)	Pm (mca)	Pj (mca)
Bar.	1	1	1-registro. gav. + 2-joe.90° + 1-T s.l.	1,80	0,402	32	0,500	0,0124	2,10	9,00	11,10	1,05	0,138	0,00	0,91
Bar.	1	2	2-joeelho 90°	0,30	0,164	25	0,335	0,0084	7,00	3,00	10,00	0,00	0,084	0,91	0,83
Ap vs.	5	1	1-registro gav. + 1-joe. 90°	0,30	0,164	20	0,523	0,0242	2,60	1,40	4,00	2,60	0,097	0,83	3,33
Bar.	1	3	1-T saída lateral	1,50	0,367	32	0,457	0,0106	0,45	4,60	5,05	0,00	0,054	0,91	0,86
Bar.	1	4	1-joeelho 90°	0,30	0,164	25	0,335	0,0084	5,90	1,50	7,40	0,00	0,062	0,86	0,80
Ap vs.	4	1	1-registro gav. + 1-joe. 90°	0,30	0,164	20	0,523	0,0242	2,60	1,40	4,00	2,60	0,097	0,80	3,30
Bar.	1	5	1-T saída lateral	1,20	0,329	32	0,409	0,0087	15,3	4,60	19,90	0,00	0,174	0,86	0,68
Bar.	1	6	1-joeelho 90°	0,60	0,232	25	0,473	0,0154	5,90	1,50	7,40	0,00	0,114	0,68	0,57
Ap	3	1	1-T saída bilateral	0,60	0,232	20	0,740	0,0445	4,40	3,10	7,50	4,40	0,333	0,57	4,64
Ap vs.	3	1	1-registro gav. + 3-joe. 90°	0,30	0,164	20	0,523	0,0242	2,10	3,80	5,90	1,70	0,143	4,64	6,19
Ap vs.	3	2	1-registro gav. + 3-joe. 90°	0,30	0,164	20	0,523	0,0242	2,10	3,80	5,90	1,70	0,143	4,64	6,19
Bar.	1	7	1-T saída bilateral	0,60	0,232	32	0,289	0,0048	0,70	4,50	5,20	0,00	0,025	0,57	0,55
Bar.	1	8	1-joeelho 90°	0,30	0,164	25	0,335	0,0084	1,10	1,50	2,60	0,00	0,022	0,55	0,52
Ap vs.	2	1	1-registro gav. + 1-joe. 90°	0,30	0,164	20	0,523	0,0242	2,60	1,40	4,00	2,60	0,097	0,52	3,03
Bar.	1	9	1-joeelho 90°	0,30	0,164	25	0,335	0,0084	1,10	1,50	2,60	0,00	0,022	0,55	0,52
Ap vs.	1	1	1-registro gav. + 1-joe. 90°	0,30	0,164	20	0,523	0,0242	2,60	1,40	4,00	2,60	0,097	0,52	3,03

Fonte: O autor.

Tabela 8 - Dimensionamento da rede de distribuição 2.

Desc.	N	T	Peças	Pr	Q (l/s)	Ø	V (m/s)	J (m/m)	L (m)	Le (m)	Lt (m)	H (m)	Hf (m)	Pm (mca)	Pj (mca)
Bar.	2	1	1-registro. gav. + 2-joe.90°+1-T s.l.	1,80	0,402	32	0,500	0,0124	2,15	9,00	11,15	1,05	0,139	0,00	0,91
Bar.	2	2	1-joeelho 90°	0,30	0,164	25	0,335	0,0084	5,15	1,50	6,65	0,00	0,056	0,91	0,86
Ap vs.	6	1	1-registro gav. + 1-joe. 90°	0,30	0,164	20	0,523	0,0242	2,60	1,40	4,00	2,60	0,097	0,86	3,36
Bar.	2	3	1-T saída lateral	1,30	0,342	32	0,425	0,0094	2,25	4,60	6,85	0,00	0,064	0,91	0,85

(continuação)

Desc.	N	T	Peças	Pr	Q (l/s)	Ø	V (m/s)	J (m/m)	L (m)	Le (m)	Lt (m)	H (m)	Hf (m)	Pm (mca)	Pj (mca)
Bar.	2	4	1-joelho 90°	0,30	0,164	25	0,335	0,0084	5,90	1,50	7,40	0,00	0,062	0,85	0,78
Ap vs.	7	1	1-registro gav. + 1-joe. 90°	0,30	0,164	20	0,523	0,0242	2,60	1,40	4,00	2,60	0,097	0,78	3,29
Bar.	2	5	1-T saída lateral	1,20	0,329	32	0,409	0,0087	13,25	4,60	17,85	0,00	0,156	0,85	0,69
Bar.	2	6	1-joelho 90°	0,40	0,190	25	0,387	0,0108	6,25	1,50	7,75	0,00	0,084	0,69	0,61
Ap	8	1	1-joelho 90°	0,40	0,190	20	0,604	0,0312	6,70	1,20	7,90	6,70	0,246	0,61	7,06
Ap vs.	2	7	1-T saída bilateral	0,60	0,232	32	0,289	0,0048	2,75	4,50	7,25	0,00	0,035	0,69	0,66
Ap vs.	2	8	1-joelho 90°	0,30	0,164	25	0,335	0,0084	1,10	1,50	2,60	0,00	0,022	0,66	0,63
Bar.	9	1	1-registro gav. + 1-joe. 90°	0,30	0,164	20	0,523	0,0242	2,60	1,40	4,00	2,60	0,097	0,63	3,14
Bar.	2	9	1-joelho 90°	0,30	0,164	25	0,335	0,0084	1,10	1,50	2,60	0,00	0,022	0,66	0,63
Ap vs.	1 0	1	1-registro gav. + 1-joe. 90°	0,30	0,164	20	0,523	0,0242	2,60	1,40	4,00	2,60	0,097	0,63	3,14

Fonte: O autor.

8 LEVANTAMENTO QUANTITATIVO E ESTIMATIVA DE CUSTO

8.1 Setor de captação

Tabela 9 - Levantamento quantitativo e estimativa de custo (setor de captação).

Peças	Medida	Unid.	Qtd.	V. unit. R\$	Total R\$
Joelho 45°	150mm	u	1	36,57	36,57
Curva 90°	150mm	u	14	82,93	1.161,02
Luva de correr	150mm	u	6	31,26	187,56
Luva de correr simples	150mm	u	17	34,51	586,67
Junção simples	150mm x 100mm	u	1	65,33	65,33
Redução excêntrica	100mm x 50mm	u	1	3,02	3,02
Bucha de redução longa	50mm x 40mm	u	1	1,94	1,94
Condutor vertical/horizontal	150mm	m	70	18,19	1.273,30
Condutor vertical/horizontal	100mm	m	3	7,67	23,01
Ralo seco c/ grelha redonda	100mm x 40mm	u	1	4,11	4,11
Caixa de passagem (alvenaria)	(50x50x45) cm	u	3	290,41	871,23
Suporte para calha	200mm	u	28	2,70	75,60

(continuação)

Peças	Medida	Unid.	Qtd.	V. unit. R\$	Total R\$
Calha semicircular 3m	200mm	u	14	37,71	527,94
Filtro AquaSave Twin	150mm	u	1	4.650,00	4.650,00
Adesivo plástico incolor	175 g	u	3	14,05	42,15
				Subtotal R\$	9.509,45

Fonte: O autor.

8.2 Sistema elevatório

Tabela 10 - Levantamento quantitativo e estimativa de custo (sistema elevatório).

Peças	Medida	Unid.	Qtd.	V. unit. R\$	Total R\$
Joelho 90°	20mm	u	5	0,38	1,90
Joelho 90°	25mm	u	1	0,57	0,57
Tubo marrom água fria	20mm	m	25	1,86	46,50
Tubo marrom água fria	25mm	m	3	2,47	7,41
Registro de gaveta bruto	25mm	u	2	24,52	49,04
Registro de gaveta bruto	32mm	u	1	33,42	33,42
Adaptador c/ bolsa e rosca	25mm x 3/4"	u	4	0,80	3,20
Adaptador c/ bolsa e rosca	32mm x 1"	u	2	1,58	3,16
Adaptador p/ caixa d'água	20mm	u	1	10,80	10,80
Válvula de retenção	25mm	u	1	36,90	36,90
Bomba elétrica centrífuga	0,5 Cv	u	1	448,00	448,00
Adesivo plástico incolor	175 g	u	1	14,05	14,05
				Subtotal R\$	654,95

Fonte: O autor.

8.3 Rede de distribuição

Tabela 11 - Levantamento quantitativo e estimativa de custo (rede de distribuição).

Peças	Medida	Unid.	Qtd.	V. unit. R\$	Total R\$
Joelho 90°	20mm	u	3	0,38	1,14
Joelho 90°	25mm	u	1	0,57	0,57
Joelho 90°	32mm	u	4	1,47	5,88

(continuação)

Peças	Medida	Unid.	Qtd.	V. unit. R\$	Total R\$
Joelho de redução 90°	25mm x 20mm	u	10	2,20	22,00
Joelho 90° c/ bucha de latão	20mm x 1/2"	u	11	4,35	47,85
T de redução	32mm x 25mm	u	8	4,40	35,20
Tubo marrom água fria	20mm	m	60	1,86	111,60
Tubo marrom água fria	25mm	m	45	2,47	111,15
Tubo marrom água fria	32mm	m	45	5,30	238,50
Registro de gaveta cromado	20mm	u	11	37,90	416,90
Registro de gaveta bruto	25mm	u	3	34,30	102,90
Registro de gaveta bruto	40	u	3	42,19	126,57
Adaptador c/ bolsa e rosca	40mm x 1,1/4"	u	6	2,85	17,10
Adaptador c/ bolsa e rosca	32mm x 1"	u	6	1,58	9,48
Adaptador p/ caixa d'água	32mm	u	2	15,97	31,94
Adaptador p/ caixa d'água	20mm	u	2	10,80	21,60
Caixa d'água (polietileno)	2000 l	u	1	757,40	757,40
Adesivo plástico incolor	175 g	u	3	14,05	42,15
				Subtotal R\$	2.099,93

Fonte: O autor.

8.4 Reservatório inferior

Tabela 12 - Levantamento quantitativo e estimativa de custo (reservatório).

Descrição	Unid.	Qtd.	V. unit. R\$	Total R\$	
Escav. mecanizada em solo de 1° cat.	m ³	145	59,45	8620,25	
Apiloamento de fundo com soquete	m ²	40	15,69	627,60	
Lastro de concreto magro com e = 8 cm	m ³	3,2	412,31	1.319,39	
Armadura de aço CA-50 Ø ≥ 12,5mm	kg	1400	7,33	10.262,00	
Forma e desforma de madeira de pilho	m ²	169	70,37	11.892,53	
Fornecimento e lançamento de concreto, fck ≤ 20	m ³	17,5	337,64	5.908,70	
Impermeabilização por cristalização	m ²	96	21,04	2.019,84	
Reaterro manual das valas + (empolamento)	m ³	42,2	46,38	1.957,24	
Tampa de metálica para o reservatório	u	2	168,99	337,98	
				Subtotal R\$	42.945,53

Fonte: O autor.

8.5 Custo total estimado

Tabela 13 - Estimativa de custo total do sistema

Descrição	Valor R\$
Setor de captação	9.509,45
Sistema elevatório	654,95
Rede de distribuição	2.099,93
Reservatório inferior (concreto armado)	42.945,43
Total R\$	55.209,76

Fonte: O autor.