

PROJETO DE CAPTAÇÃO, ARMAZENAMENTO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA PARA ESCOLA PÚBLICA DE IPIRA, SC

Jade Heberle¹
Elfride Anrain Lindner²

RESUMO

O aproveitamento da água da chuva traz economia e contribui para a boa gestão dos recursos hídricos. O trabalho em questão consistiu em projetar o sistema de captação, armazenamento e distribuição de água da chuva para uma escola de educação básica em Ipira, SC. Utilizou-se o software Arcgis para a determinação da área de influência (método dos polígonos de Thiessen) de seis estações pluviométricas em um raio de 30 km da escola, para obtenção da precipitação média no local de estudo, considerando o período 2005-2011. Adotou-se a precipitação máxima para Capinzal (tempos de retorno = 5 anos e duração da chuva = 5 minutos) de 157 mm/h. A cobertura do ginásio de esportes foi escolhida para a captação em razão da área suficiente e facilidades construtivas. As demandas mensais e diárias para água não potável foram obtidas em consultas com funcionários, histórico de consumo da escola e dados bibliográficos. As calhas, comprimento de 11,30 m, resultaram na largura de 0,30 m e altura de 0,15 m. A tubulação dos condutores resulta em diâmetros de 150 mm (vertical) e 200 mm (horizontal). Para o reservatório de descarte, adotou-se o volume de 1.000 L. A demanda diária é de 3.300 L (50 m³/mês) de água não potável (aproveitamento em sanitários, calçadas e jardins). Os reservatórios têm capacidades de: 1.000 L (descarte), 5.000 L (elevado), 15.000 L (cisterna subterrânea). Para o bombeamento da água, será adotada uma bomba ASP-98 ou similar, de 1/2 CV. O orçamento e quantitativo dos materiais totaliza R\$ 32.596,55.

Palavras-chave: Água da chuva. Sustentabilidade. Ipira.

1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso vital e essencial para o desenvolvimento econômico e tecnológico. O crescimento populacional aumenta a demanda por água potável em quantidade e qualidade.

Há vários aspectos positivos no uso de sistemas de aproveitamento de água pluvial, pois possibilitam reduzir o consumo de água potável diminuindo os custos de água fornecida pelas companhias de abastecimento, minimizam riscos de enchentes e preservam o meio ambiente, reduzindo a escassez de recursos hídricos (MAY; PRADO, 2004).

A utilização de sistemas de captação de água atende à legislação estadual, que prevê a instalação de captação de águas de chuva em edificações públicas.

No presente trabalho teve-se por objetivo geral projetar o aproveitamento de água da chuva, em uma escola pública, para fins não potáveis, como lavagem de pisos e descarga de vasos sanitários, a fim de reduzir a demanda de água potável. Os objetivos específicos foram quantificar o sistema de armazenagem e água da chuva com reservatórios de superfície e elevados, conhecidas a demanda e a oferta de água pluvial não potável; dimensionar os componentes do sistema, incluindo coletores horizontais e verticais, bombeamento, descarte de água excedente, com especificação técnica; projetar a rede de distribuição pluvial para os usos previstos e elaborar o orçamento para a implantação do projeto.

¹ Graduado em Engenharia Civil pela Universidade do Oeste de Santa Catarina; jadeheberle@hotmail.com

² Doutora em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina (2007); Professora orientadora na Universidade do Oeste de Santa Catarina de Joaçaba; elfride.lindner@unoesc.edu.br

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os principais motivos que levam à decisão de se utilizar água da chuva são: conscientização e sensibilidade da necessidade de conservação da água; região com disponibilidade hídrica menor que 1200 m³/habitante por ano; elevadas tarifas de água das concessionárias públicas; retorno dos investimentos (*payback*) muito rápido; instabilidade do fornecimento de água pública; exigência de lei específica; locais onde a estiagem é maior que cinco meses e locais ou regiões onde o índice de aridez seja menor ou igual a 0,50 (TOMAZ, 2007).

A NBR 15527/07, Água de Chuva – Aproveitamento de Cobertas em Áreas Urbanas para Fins não Potáveis (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2007) orienta o destino da água como segue: descargas em bacias sanitárias; irrigação de gramados e plantas ornamentais; lavagem de veículos; limpeza de calçadas e ruas; limpeza de pátios; espelhos d'água e usos industriais.

A Agência Nacional de Águas (ANA) (2005, p. 71) descreve a metodologia básica para projetar um sistema de coleta, tratamento e uso de água da chuva com as seguintes etapas: determinação da precipitação média local (mm/mês); determinação da área de coleta; determinação do coeficiente de escoamento; projeto dos sistemas complementares (grades, filtros, tubulações, etc.); projeto do reservatório de descarte; escolha do sistema de tratamento necessário; projeto da cisterna e caracterização da qualidade da água pluvial.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O método dos polígonos de Thiessen fez uso do software Arcgis. Em um raio de 30 km da escola foram localizadas as estações pluviométricas obtendo-se as áreas de influência.

Durante visitas à escola ocorreram medições e coleta de dados. Definiram-se os locais de passagem das tubulações, priorizando áreas de menor circulação de pessoas.

Os cálculos para o projeto de captação, armazenamento e distribuição de água da chuva foram realizados em planilha Excel. Incluem-se a demanda de água não potável da escola, as precipitações máximas, médias e mínimas na região de estudo, o dimensionamento de calhas e condutos e o volume de armazenamento necessário.

O sistema de captação, armazenamento e distribuição das águas pluviais foi desenhado com o auxílio do software AutoCAD, aferindo-se os comprimentos das tubulações e quantidades de cada item necessário. Para a planilha de orçamento, utilizou-se o Excel.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1 CONSUMO DE ÁGUA NA ESCOLA

A escola, inaugurada em 1990, passou por diversas reformas e modificações ao longo do tempo. A direção não dispõe de projetos arquitetônicos completos da edificação. A escola funciona nos três períodos do dia, apresentando 218 ocupantes (Tabela 1).

Tabela 1 – Número de alunos, funcionários e professores da escola de Ipira, SC

Período	Manhã	Tarde	Noite	Total
Alunos	91	62	38	191
Funcionários e Professores	9	9	9	27

Fonte: os autores.

A NBR 7229 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1993) relaciona a geração de esgoto como sendo 80% do consumo de água. Para o universo de 218 ocupantes temporários e uma geração de 50 litros por pessoa por dia, tem-se o total diário de 10.900 litros de esgoto. O consumo de água equivale a 13.625 litros diários ou 414,43 m³/mês.

Os dados de consumo de água de abastecimento na escola com base nas faturas da Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (Casan) foram processados para o período 2011-2014 (Tabela 2). O valor máximo registrado de 49 m³/mês é real e está muito aquém das taxas da NBR 7229/93 (consumo de 414,32 m³/mês). Reitera-se a importância da revisão da NBR 7229 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1993), justificável pelas louças e torneiras economizadoras de água existentes no mercado.

Tabela 2 – Consumo de água (m³/mês) na escola de Ipira, SC

Ano	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out	Nov.	Dez.
2014	10	18	27	37	30	42	31	24	34	45	49	39
2013	10	12	25	29	29	39	28	22	23	24	22	20
2012	10	10	39	29	36	30	37	24	34	26	31	35
2011	12	31	23	26	17	10	28	34	25	24	29	24
Média	11	18	29	30	28	30	31	26	29	30	33	30
Mínimo	10	10	23	26	17	10	28	22	23	24	22	20
Máximo	12	31	39	37	36	42	37	34	34	45	49	39

Fonte: adaptado pelos autores com base em faturas da Casan.

4.2 PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA

4.2.1 Precipitação média

As estações pluviométricas com área de influência em um raio de 30 km, centrado na escola, são seis: Capinzal, Concórdia, Marcelino Ramos, Jaborá, Ouro e Piratuba. A Tabela 3 caracteriza as estações pluviométricas utilizadas, os valores numéricos de área e respectivas porcentagens da influência de cada estação na área com o total de 2.786,78 km².

Tabela 3 – Estações pluviométricas com influência no local da escola de Ipira, SC

Código	Município	Longitude	Latitude	Cota (m)	Área (km ²)	Percentual Thiessen
2751012	Capinzal	-51°36'30"	-27°20'32"	498	425,17	15,30%
2752005	Concórdia	-51°59'36"	-27°18'52"	600	434,43	15,60%
2751018	Marcelino Ramos	-51°54'16"	-27°27'40"	420	489,54	17,60%
2751021	Jaborá	-51°47'00"	-27°08'00"		340,88	12,20%
2751029	Ouro	-51°36'38"	-27°20'19"	373	374,08	13,40%
2751028	Piratuba	-51°48'00"	-27°31'00"	372	722,68	25,90%

Fonte: adaptada pelos autores com base em Agência Nacional de Águas (ANA) (2015).

Para o dimensionamento do reservatório pelo método de Rippl é necessário conhecer a precipitação média mensal. A Tabela 4 mostra as precipitações média, máxima e mínima.

Tabela 4 – Precipitação média, máxima, mínima e total mensal e anual (mm) para Ipira, SC

Ano	Mês												Total Anual
	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	
2005	196,6	29,0	91,1	177,6	223,0	231,5	118,1	169,1	199,0	288,2	75,3	64,8	1.863,3
2006	160,0	112,5	170,0	41,8	13,2	97,4	54,2	138,9	133,3	87,5	263,6	156,0	1.428,4
2007	199,7	168,8	164,1	223,4	261,1	55,1	284,6	86,5	68,8	115,1	232,6	134,1	1.993,8
2008	125,9	102,0	108,1	223,5	68,6	241,2	28,7	108,4	179,9	364,8	127,2	90,3	1.768,7
2009	157,0	134,2	70,1	34,7	179,7	62,6	191,3	253,2	480,1	169,9	243,9	299,2	2.275,8
2010	231,0	175,1	157,0	336,4	220,3	68,7	164,1	69,3	126,8	162,7	90,8	346,4	2.148,6
2011	147,6	237,5	251,2	144,1	125,8	186,4	262,3	251,4	170,8	259,2	94,4	82,8	2.213,3
Máx.	231,0	237,5	251,2	336,4	261,1	241,2	284,6	253,2	480,1	364,8	263,6	346,4	
Méd.	160,0	134,2	157,0	177,6	179,7	97,4	164,1	138,9	170,8	169,9	127,2	134,1	
Mín.	125,9	29,0	70,1	34,7	13,2	55,1	28,7	69,3	68,8	87,5	75,3	64,8	

Fonte: os autores.

4.2.2 Precipitação máxima

A precipitação máxima é utilizada para o dimensionamento das calhas e condutores. Adotou-se a equação de chuvas intensas (BACK, 2014) para Capinzal, SC, distante cerca de 18 km, em linha reta, do ponto de estudo (Equação 1).

$$i = \frac{K \cdot T^m}{(t + b)^n} \qquad i = \frac{766,2 \cdot T^{0,162}}{(t + 9)^{0,7}} \qquad \text{mm/h} \qquad (1)$$

Em que:

i = intensidade da chuva (mm/h);

K, m, b, n = coeficientes empíricos;

T = período de retorno (anos);

t = duração da chuva (minutos).

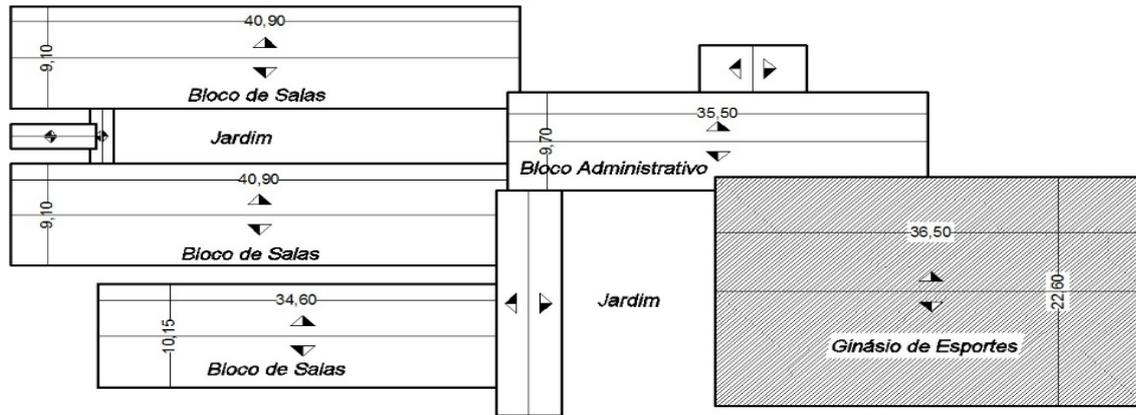
Adotou-se o tempo de retorno ($T = 5$ anos) e a duração da chuva de 5 minutos, conforme indica a NBR 10844/1989, no que diz respeito às coberturas de edificações. A intensidade da chuva resultou em 156,8 mm/h, considerada 157 mm/h para efeitos de cálculo.

4.3 ÁREA DE CAPTAÇÃO

A área de cobertura do ginásio de esportes (Desenho 1, parte hachurada) é suficiente para a captação da água da chuva para suprir a demanda de água não potável na escola. Os valores de área de captação (A) do ginásio de esportes, segundo a NBR 10844/89 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1989) são utilizados para o cálculo das calhas, dos condutores horizontais e verticais (Equação 2).

$$A = (11,30 + 2,30 / 2) \times 36,50 \quad => \quad A = 454,43\text{m}^2 \times 2 \quad => \quad A = 908,86\text{m}^2 \qquad (2)$$

Desenho 1 – Áreas de cobertura (telhados) da escola de Ipira, SC



Fonte: os autores.

Para o dimensionamento do reservatório pelo método de Rippl, é necessária a projeção do telhado sobre o terreno. Com as dimensões de 36,50 m de comprimento e 22,60 m de largura, obtém-se a área de captação do ginásio de esportes de 824,90 m².

4.4 CÁLCULO DA VAZÃO DE PROJETO

As coberturas presentes no ginásio de esportes possuem telha metálica, com o coeficiente de escoamento superficial variando entre 0,8 e 0,9 (TOMAZ, 2005). Adotou-se um coeficiente $C = 0,80$, a favor da segurança.

A vazão de projeto que é calculada para o dimensionamento dos condutores verticais e horizontais e das calhas. Utiliza-se a Equação 3 aplicada à área do telhado do Ginásio de Esportes.

$$Q = (ixA) / 60 \quad Q = (157 \times 454,43) / 60 \Rightarrow A = 1.189,09 \text{ L/min} \quad (3)$$

4.5 DIMENSIONAMENTO DAS UNIDADES DO SISTEMA

4.5.1 Calhas

O dimensionamento das calhas relaciona a largura da calha em razão do comprimento do telhado (comprimento = medida do telhado paralela ao escoamento da água). Para a altura da calha adotou-se a metade da largura (MELO; NETTO, 2000). As dimensões das calhas, para cada lado do telhado do ginásio de esportes, para o comprimento de 11,30 m, resultam na largura de 0,30 m e altura de 0,15 m. Os demais blocos de sala de aula da escola já possuem calhas instaladas e não são objeto de dimensionamento.

4.5.2 Condutores horizontais e verticais

O dimensionamento dos condutores horizontais foi segundo a Norma 10844/89 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1989). O coeficiente de rugosidade de Manning adotado foi de $n = 0,011$, utilizado para calhas semicirculares. A declividade adotada é de 1%. Para o ginásio de esportes, com vazão de água da chuva captada de 1.189,09 litros/min, o diâmetro do condutor horizontal fica em 200 mm.

O dimensionamento dos condutores verticais utiliza a intensidade de chuva máxima igual a 157 mm/h (Tabela 5). O dimensionamento dos condutores verticais para cada lado da cobertura do telhado de 454,43 m² resultante tem diâmetro de 150 mm (uma unidade). Os demais blocos de sala de aula da escola já possuem condutores verticais instalados.

Tabela 5 – Capacidade de condutores verticais de seção circular para a escola de Ipira, SC

Diâmetro (mm)	λ	$Q = \vartheta \times \lambda^{5/2}$ (L/min)	150 mm/h	157 mm/h
50	1	97,0	39 m ²	37 m ²
75	1,5	267,3	107 m ²	102 m ²
100	2	548,7	219 m ²	210 m ²
150	3	1.512,1	605 m ²	578 m ²
200	4	3.104,0	1.242 m ²	1.186 m ²
250	5	5.422,5	2.169 m ²	2.072 m ²
300	6	8.553,6	3.421 m ²	3.269 m ²

Fonte: adaptada de Tomaz (2005).

4.6 QUALIDADE DA ÁGUA DE CHUVA

O descarte das primeiras águas é essencial para que se possa eliminar a água contaminada por sujeiras e outros dejetos presentes na cobertura. Adota-se regra prática, segundo Tomaz (2005): “o volume de descarte correspondente ao escoamento do primeiro milímetro de precipitação, ou seja, 100 L para cada 100 m² de cobertura.” Para cada água da cobertura do ginásio de esportes, captação de 454,43 m², o volume do reservatório resultante é de 500 litros. Serão dispostos dois reservatórios de descarte (caixas de água de fibra de vidro).

O sistema funciona como segue: a água da chuva primeiramente cai sobre o telhado, sendo conduzida às calhas; por meio das calhas é direcionada para os condutores que, por sua vez, direcionam a água para o reservatório de descarte. Quando o reservatório de descarte estiver com água na posição final, uma torneira boia é acionada redirecionando o restante da água para o reservatório de água de chuva. O sistema de descarte não é automático, e ao término da chuva deve-se abrir o registro do reservatório de descarte para eliminar a água restante.

A remoção de materiais grosseiros pode ser feita por um filtro no tubo de queda. Deve-se prever um recipiente abaixo desse filtro para coletar as folhas das árvores ou outros materiais.

Para a filtragem de materiais finos, propõe-se um pré-filtro de modelo BIG BLUE 20”, com entrada e saída de 1 1/2” adaptáveis e tela em aço inox, troca a cada 5 anos. Há filtros do mesmo modelo, com cartucho de polipropileno, trocas a cada 180 dias, com estrutura compacta.

4.7 DEMANDA DE ÁGUA NÃO POTÁVEL

O consumo de água para os vasos sanitários foi calculado baseado em Tomaz (2005), sendo o volume de descarga de nove litros, acrescido de um vazamento de 8%. A demanda de água não potável da escola, considerando 218 funcionários, uma descarga por pessoa e perda de 8% resulta em 2.118,96 litros diários e 46,62 m³/mês (22 dias úteis ao mês).

Com base em informações de funcionários da escola, as calçadas são lavadas uma vez por semana; a duração da limpeza dura entre 1h30min e 2h. A lavagem é feita utilizando-se uma lavadora de alta pressão, vazão de 400 L/h. O consumo de água diário para lavagem de calçadas resulta em 800 L (3,2 m³/mês).

A limpeza do ginásio de esportes é realizada uma vez ao mês, com uma lavadora de alta pressão e leva cerca de 3 horas. Obtém-se o consumo de água diário para lavagem do ginásio de 1.200 litros (1,2 m³/mês).

Para a demanda total de água não potável, considerou-se o consumo dos vasos sanitários e o maior valor entre o consumo necessário para lavar as calçadas ou o ginásio, pois as limpezas são realizadas em dias distintos. A demanda de água total é de 3,3 m³/dia. A demanda mensal é de 51 m³/mês, adotada, 50 m³/mês. A distribuição da demanda é mostrada a seguir.

4.8 DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO INFERIOR

Para o dimensionamento do reservatório inferior, utilizou-se o método de Rippl para garantir o abastecimento de água ao longo de todo o ano. Na coluna da área de captação mostra-se o coeficiente de escoamento superficial de 0,80 aplicado para coberturas metálicas. O preenchimento da Tabela 6 de Rippl considera a média histórica de cada mês e uma demanda de água fixa para todos os meses.

Tabela 6 – Volume do reservatório inferior (dimensionamento pelo método de Rippl)

Meses	Chuvia média mensal (mm)	Deman-da cons-tante mensal (m ³)	Área de cap-tação (m ²) x 0,80	Volume de chuva mensal (m ³)	Diferen-ça entre demanda e volume de água (m ³)
Jan	160,0	50	659,2	105,5	-55,47
Fev	134,2	50	659,2	88,5	-38,46
Mar	157,0	50	659,2	103,5	-53,49
Abr	177,6	50	659,2	117,1	-67,07
Mai	179,7	50	659,2	118,5	-68,46
Jun	97,4	50	659,2	64,2	-14,21
Jul	164,1	50	659,2	108,2	-58,17
Ago	138,9	50	659,2	91,6	-41,56
Set	170,8	50	659,2	112,6	-62,59
Out	169,9	50	659,2	112,0	-62,00
Nov	127,2	50	659,2	83,9	-33,85
Dez	134,1	50	659,2	88,4	-38,40

Fonte: os autores.

O método de Rippl (Tabela 6) mostra que o volume de chuvas na região, adotando a cobertura do ginásio como área de captação, é suficiente para suprir a demanda mensal de água. O reservatório deve suprir o volume diário para a pior situação (lavagem de calçadas ou do ginásio). Propõe-se a implantação de uma cisterna enterrada com capacidade de 15 m³.

4.9 DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO SUPERIOR

O dimensionamento do reservatório superior é feito de acordo com o consumo diário de água não potável. Para o consumo diário de 3,3 m³, a caixa de água a ser adotada é de 5.000 L. Recomenda-se a instalação de uma boia automática que desliga a bomba quando não há água para ser bombeada do reservatório inferior. Quando o reservatório superior está parcialmente vazio a bomba liga novamente até enchê-lo.

Está previsto o abastecimento com água potável caso a cisterna esteja vazia por falta de chuvas ou para limpeza e manutenção, a fim de evitar falta de água nos banheiros. Para tanto, será instalada uma boia que permanecerá submersa, no nível de 2.000 L. Quando a água baixar desse nível, o reservatório será abastecido com água potável. O reservatório superior será alocado próximo à cisterna, suportado por uma estrutura de concreto a 5,50 m do solo, gerando pressão suficiente para abastecer todo o sistema, vencendo as perdas de carga, sem uso de bombas extras.

4.10 TUBULAÇÕES DE RECALQUE, DE SUCCÃO E BOMBEAMENTO

No dimensionamento da tubulação de recalque, para vazão horária adotou-se 30% do consumo diário, um valor superior ao mínimo exigido pela NBR 5626 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1989), que é de 15%. Tem-se vazão horária de $0,30 \times 3,3 \text{ m}^3/\text{dia} = 0,99 \text{ m}^3/\text{h}$ ($0,000275 \text{ m}^3/\text{s}$) e quatro horas de funcionamento da bomba por dia. O diâmetro da tubulação de recalque resultante é de 13,77 mm, adotando-se o diâmetro comercial de 25 mm.

Para a tubulação de sucção, será adotado o diâmetro imediatamente superior ao da tubulação de recalque, nesse caso, 32 mm.

Para o dimensionamento da bomba, são necessárias a vazão e a altura manométrica. Considerando o local de instalação da bomba e dos demais reservatórios, obtém-se vazão de $0,99 \text{ m}^3/\text{h}$; quatro horas de funcionamento diário da bomba; altura de sucção (AS) de 2,50 m; altura de recalque (AR): $5,50 \text{ m} + 1,60 \text{ m} = 7,10 \text{ m}$; comprimentos desenvolvidos: na sucção 6,95 m e 7,50 no recalque.

No cálculo das perdas de cargas localizadas para a tubulação de sucção encontram-se os comprimentos equivalentes, conforme tabulação de perdas equivalentes em conexões: uma união de PVC 1" (0,1 m); uma válvula de pé com crivo de metal 1" (7,3 m); uma curva de 90° de PVC 1" (0,6 m); 6,95 metros de tubulação de 32 mm de PVC (6,95 m), total de 14,95 m.

A perda de carga total por metro de tubulação de sucção com base nas perdas equivalentes em conexões é 1,6%, com base na vazão e no diâmetro da tubulação. Para a extensão de 14,95 m resulta em 0,24 m.

Para a tubulação de recalque, obtém-se os seguintes comprimentos equivalentes: uma união de PVC 3/4" (0,1 m); uma curva de 90° de PVC 3/4" (0,6 m); uma válvula de retenção vertical de metal 3/4" (2,4 m); 7,5 metros de tubulação de 25 mm de PVC (7,5 m), total de 10,60 m.

O cálculo da perda de carga total por metro de tubulação de sucção é de 4,9%, com base na vazão e no diâmetro da tubulação. Para a extensão de 10,60 m resulta em 0,49 m.

Para a determinação da altura manométrica na sucção (H_{ms}), soma-se a altura em decorrência das perdas, ao comprimento desenvolvido na sucção ($H_{ms} = 2,50 + 0,24 = 2,74 \text{ m}$). O mesmo é válido para a altura manométrica na pressão (H_{mp}), sendo $H_{mp} = 7,5 + 0,49 = 7,99 \text{ m}$. A altura manométrica total (H_{mt}) é o somatório, no caso, $H_{mt} = 2,74 + 7,99 = 10,73 \text{ m}$.

Conhecidas as perdas de carga, pode-se dimensionar o modelo da bomba. O simulador do site da Schneider Motobombas (2015) indica, para uma altura manométrica total de 8,92 m e uma vazão horária de $0,99 \text{ m}^3/\text{h}$, a bomba ASP-98 com 1/2 CV.

4.11 DIMENSIONAMENTO DAS TUBULAÇÕES

As tubulações de distribuição da água de chuva do reservatório superior para os pontos de uso serão de material PVC, em razão da facilidade de instalação e do baixo custo. Por se tratar de uma escola, foi aplicado o método possível, propiciando o uso simultâneo.

A água chegará aos pontos de uso por gravidade. A tubulação de água potável para as pias dos banheiros continuará ativa. A Tabela 7 apresenta os diâmetros encontrados para os sub-ramais (tubulações que fazem as ligações dos aparelhos). Também são mostrados o número de aparelhos e L equivalente (de uma unidade) para o dimensionamento dos ramais e barrilete.

Tabela 7 – Diâmetro dos sub-ramais de água não potável para escola de Ipira, SC

Aparelho	Torneira de jardim/limpeza	Vasos sanitários		
		Módulo I	Módulo II	Módulo III
Diâmetro, mm	20	15	15	15
Diâmetro, polegadas	3/4"	1/2"	1/2"	1/2"
Quantidade	04	04	04	02
L equivalente (1 unid.)	2,9	1,0	1,0	1,0

Fonte: os autores.

Os diâmetros dos ramais foram dimensionados somando-se os L equivalentes resultantes de cada trecho, com aferição do diâmetro da tubulação de cada trecho. O barrilete de 50 mm contempla a soma dos L equivalentes totais e aferição do diâmetro necessário.

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O projeto de captação, armazenamento e distribuição de água não potável para a Escola de Educação Carlos Fries, em Ipira, SC, contempla alternativas de equipamentos para tornar o sistema o mais simples possível, compatível com a realidade da escola.

Recomenda-se a implantação do sistema de aproveitamento da água da chuva que propicia o uso consciente da água, traz economia e leva conhecimento aos alunos e comunidade na divulgação das boas práticas ambientais.

O orçamento foi realizado com valores obtidos por meio de pesquisas de mercado na cidade e em cidades vizinhas nos itens faltantes. Quanto aos condutores horizontais e verticais, bem como às calhas foram orçados apenas o que é necessário para o funcionamento do sistema. Para a mão de obra, foi adotada uma estimativa de 40% sobre o valor do material. O orçamento e quantitativo dos materiais totaliza R\$ 32.596,55.

O gerenciamento de águas é necessário: se há previsão de chuvas intensas, deve ser esgotada a cisterna para trabalhar com águas de chuvas recentes. A execução desse projeto deverá ser acompanhada ao longo de toda a implantação por um profissional habilitado.

Project of caption, storage and distribution of rainwater for public school of Ipira, SC

Abstract

The use of rainwater brings savings and contributes to the good management of water resources. The work in question consisted in designing the rainwater capture, storage and distribution system for basic education in Ipira, SC. The Arcgis software was used to determine the area of influence (Thiessen polygons method) of six rainfall stations within a 30 km radius of the school, to obtain the average precipitation at the study site, 2005-2011. The maximum precipitation for Capinzal (return times = 5 years and rain duration = 5 minutes) of 157 mm / h was adopted. The coverage of the gymnasium of sports was chosen for the capture due to the sufficient area and constructive facilities. The monthly and daily demands for non-potable water were obtained in consultations with employees, history of consumption of the school and bibliographic data. The rails, length of 11.30 m, resulted in the width of 0.30 m and height of 0.15 m. The tubing of the conductors results in diameters of 150 mm (vertical) and 200 mm (horizontal). For the disposal tank, the volume of 1,000 L. The daily demand is 3,300 L (50 m³ / month) of non-potable water (use in toilets, sidewalks and gardens). The reservoirs have capacities of: 1,000 L (discharge), 5,000 L (high), 15,000 L (underground cistern). For water pumping, an ASP-98 or similar pump of 1/2 HP will be used. The budget and quantitative of the materials totals R \$ 32,596.55.

Keywords: Rainwater. Sustainability. Ipira.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Conservação e reuso da água em edificações**. São Paulo, 2005.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Hidroweb. Dados Hidrológicos. Séries Históricas**. 2015. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/default.asp>>. Acesso em: 20 set. 2015.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7229**: Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. Rio de Janeiro: ABNT, 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10844**: Instalações prediais de águas pluviais – Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15527: Água de Chuva – Aproveitamento de Cobertas em Áreas Urbanas para Fins não Potáveis.** Rio de Janeiro: ABNT, 2007.

MAY, S.; PRADO, R. T. A. Estudo da qualidade da água de chuva para consumo não potável em edificações. In: CLACS' 04 – CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL E ENTAC 04, 1., ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 10., 2004, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 2004. 1 CD-ROM.

MELO, V. de O.; NETTO, J. M. de A. **Instalações prediais hidráulico-sanitárias.** São Paulo: Edgard Blücher, 2000.

SCHNEIDER MOTOBOMBAS. **Produtos.** Disponível em: <www.schneider.ind.br/>. Acesso em: 20 out. 2015.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva.** 2. ed. São Paulo: Hermano & Bugelli Ltda., 2005.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis.** São Paulo: CREA-SP, 2007.