



ORIENTAÇÕES PARA COLETA DE ÁGUA DE CHUVA

CHARLES ROBERTO TELLES

ORIENTAÇÕES PARA COLETA DE ÁGUA DE CHUVA



CURITIBA

SEED/PR

2014

Depósito legal na Fundação Biblioteca Nacional, conforme Lei n. 10.994, de 14 de dezembro de 2004.
É permitida a reprodução total ou parcial desta obra, desde que seja citada a fonte e autorização do editor.
Proibida expressamente sua venda e comercialização.

Governo do Estado do Paraná
CARLOS ALBERTO RICHÁ

Secretaria de Estado da Educação
PAULO AFONSO SCHMIDT

Diretoria Geral
EDMUNDO RODRIGUES DA VEIGA NETO

Grupo Administrativo Setorial
ANDREA REGINA BURAKOSKI DA CUNHA

Grupo Administrativo Setorial/Setor de Serviços
ANA MARIA SAWAYA CHUEIRI

CATALOGAÇÃO NA FONTE

Telles, Charles Roberto.

Orientações para coleta de água de chuva / Charles Roberto Telles. – Curitiba : SEED – Pr., 2014. - 50 p.

ISBN: 978-85-8015-069-8

1. Métodos de filtração. 2. Escola pública-Paraná. 3. Coleta de água. 4. Educação-Paraná. 5. Águas pluviais. 6. Pluviômetro I. Título.

CDU63

CDD630

Organização e colaboração
Andrea Regina Burakoski da Cunha

Revisão textual
Barbara Reis Chaves Alvim

Diagramação e Projeto Gráfico
Charles Roberto Telles

Secretaria de Estado da Educação
Diretoria Geral
Grupo Administrativo Setorial
Avenida Água Verde, 2140 Vila Isabel
Telefone (41) 3340-1620
CEP 80240-900 – CURITIBA – PARANÁ – BRASIL

APRESENTAÇÃO

A crescente demanda pelo uso racional da água se fez viável em função de novas tecnologias e hábitos que atualmente fazem parte das políticas internacionais e nacionais sobre o meio ambiente, desenvolvimento e direitos humanos. O crescimento da população mundial resultou no aumento da degradação das fontes hídricas e na qualidade em que a água deve se situar para subsidiar os processos de desenvolvimento, as condições básicas de sobrevivência do ser humano e das demais espécies vivas em nosso planeta.

A utilização da água deve se pautar por critérios que visem o reaproveitamento, redução da poluição, melhor distribuição e uso apropriado do recurso. Em função destas necessidades, as finalidades de uso para fins potáveis e não potáveis da água da chuva aparecem como uma possibilidade de suprir a escassez e preencher os critérios inerentes ao tema em questão. Garantir uma qualidade suficiente para promover o abastecimento público de maneira igualitária, e visando a economia de energia para promover o progresso de nossa sociedade, são as metas visadas pela Secretaria de Estado da Educação, as quais, norteadas pelo trabalho a ser desenvolvido pelas instituições de ensino, permeiam a sociedade em seus diversos setores.

Andrea Regina Burakoski da Cunha

Chefe do Grupo Administrativo Setorial

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO

1	ECONOMIA DE RECURSOS NAS ESCOLAS	11
2	CALCULANDO A COLETA DE ÁGUA EM SUA ESCOLA	16
3	ANÁLISE GRÁFICO-DESCRITIVA DA COLETA DE ÁGUAS PLUVIAIS	20
4	TIPO DE COLETORES	25
5	APROVEITAMENTO PELO SISTEMA DE CALHAS	26
6	DESPERDÍCIO NA TORNEIRA OU CANOS	28
7	MONTANDO SEU PLUVIÔMETRO	29
8	MÉTODOS DE FILTRAÇÃO	31
9	TRANSBORDAMENTO DA CISTERNA PELO EXCESSO DE CHUVA	32
10	TRATAMENTO DA ÁGUA PLUVIAL	33
11	CAIXAS E TELHADOS DE AMIANTO	37
12	VANTAGENS NA COLETA DE ÁGUA PLUVIAL	39
13	PRODUZINDO SEU COLETOR DE ÁGUA DE CHUVA	40
14	CONSIDERAÇÕES FINAIS	45
	REFERÊNCIAS	46



Instalação do coletor e depósito sobre o coletor no Colégio Vespasiano C. Mello: "O Projeto tem caráter educativo e como recurso pedagógico e de preservação, além da premissa de transformação social. Nossa expectativa é que a comunidade escolar venha refletir e que nossas atitudes sirvam como ponto de partida para novas posturas e mobilização das famílias sobre a importância de economizar a água". Colégio Vespasiano C. Mello – Professor Aldemir Meleki Pereira.

INTRODUÇÃO

Em maio de 2014, realizou-se um levantamento nas instituições de ensino que fazem aproveitamento de água de chuva e ficou constatado que de 2248 instituições, apenas 68 fazem a captação das águas pluviais. Neste sentido foi elaborado este material para eventuais consultas e planejamento, envolvendo questões básicas para instalação e funcionamento de coletores de água de chuva.

Apresentamos um modelo para aproveitamento de água da chuva que acreditamos ser acessível à maioria das instituições de ensino. Trata-se de reaproveitar a água da chuva para fins não potáveis, ou potáveis dependendo da necessidade e possibilidade de cada estabelecimento. Podendo esta ser a forma mais simples de coleta com baixa capacidade, cerca de 200 litros, ou coletores mais especializados com maior capacidade, dependendo dos objetivos de uso desta água por parte da escola. Esta publicação apresentará entre outros, métodos de coleta, tratamento da água, benefícios da coleta, e ao final, como instalar uma bombona de 200 litros para coleta de água pluvial.

O custo para implantação deste sistema não é alto se considerarmos apenas um barril coletor (bombona) e demais materiais necessários. Ao se definir os objetivos no uso desta água, é possível também estimar a quantidade de materiais necessários para implantação do coletor, bem como, em longo prazo, evitar efeitos de escassez de água que ocorre em algumas regiões de nosso Estado. A redução do consumo deste recurso pelas instituições de ensino posiciona as mesmas como instituições que fomentam a sustentabilidade ambiental e são gestoras no uso dos recursos financeiros e ambientais na administração pública. A soma dos esforços de cada estabelecimento em realizar este procedimento se traduz pela procura de um futuro melhor para a humanidade visando o desenvolvimento e a sustentabilidade.

Reaproveitar água de chuva também ajuda não somente na economia das despesas com água de concessionárias como melhora a imagem da instituição em que é promovida esta prática, diminui a emissão de carbono através do consumo alternativo, e garante o uso contínuo da água em rios e reservatórios naturais, garantindo o uso da água pelas futuras gerações.

1 ECONOMIA DE RECURSOS NAS ESCOLAS

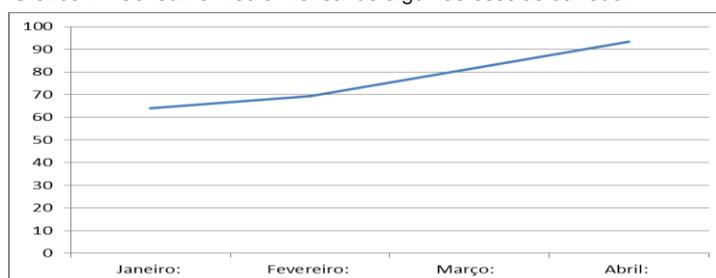
Cada escola ao implantar seu sistema de coleta de chuva, participa ativamente na gestão dos recursos hídricos e financeiros do estado. Algumas escolas já possuem um coletor instalado e forneceram informações importantes sobre o funcionamento do mesmo.

Um coletor pode servir como uma grande fonte de economia de recursos, independente de seu tamanho. Estão listados neste material alguns tópicos que podem ser úteis para utilização desta fonte de água bem como podem ser úteis como material pedagógico para escola.

Ao analisarmos o valor médio de consumo de água nos primeiros quatro meses de 2014, as escolas estaduais do Paraná consumiram aproximadamente (não foram incluídas as escolas abastecidas pela Sanepar).

Gráfico 1 - Consumo médio mensal de algumas escolas da rede.

Janeiro:	63,96
Fevereiro:	69,29
Março:	81,28
Abril:	93,45



Fonte: Paraná, 2014a.

Estes valores estão em metros cúbicos (m³). Cada m³ equivale a 1000 litros de água.

De acordo com as médias dos primeiros quatro meses (60 – 90 m³), cada escola gasta aproximadamente 2 m³ de água por dia na proporção que se segue ao mês. Para abril, mês em que há atividades em ritmo normal na escola, temos 3 m³ diários.

Toda esta água ou em partes pode ser substituída por água de chuva por meio da utilização de coletores próprios para isso. Os coletores possuem diversos tamanhos e formas. Cada um pode ser adequado de modo diferenciado às necessidades existentes na escola. Coletores mais simples e comuns são bombonas de 200 litros. Não ocupam espaço e são fáceis de manusear. Muitas escolas têm necessidade de utilizar um volume maior de água, assim, necessitará também de uma capacidade maior de coleta passando dos coletores do tipo bombonas para cisternas que garantem captação de maior volume do recurso.

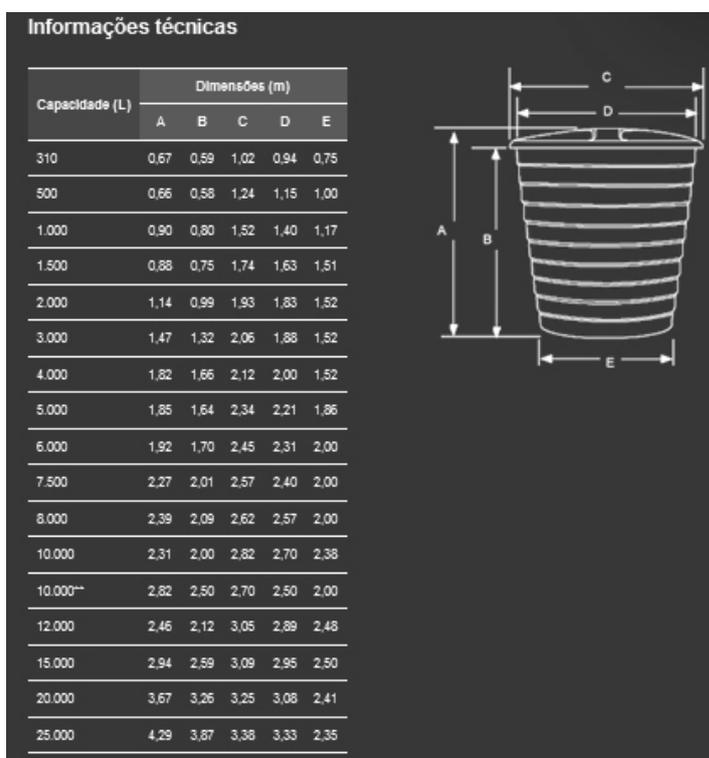
Em função do espaço físico, mais de 5 barris (bombonas) ocupariam muito espaço e muitas escolas não dispõem de tanto espaço, às vezes, nem mesmo para os 5 barris. Neste sentido, é mais vantajoso utilizar uma cisterna que comporta mais litros aproveitando melhor o espaço.

As finalidades de uso da água de chuva vão desde o uso para fins não potáveis, fins potáveis que se destinam ao contato com o ser humano como, por exemplo, o banheiro, e os fins potáveis ligados à ingestão como preparo de alimentos e consumo direto (FASOLA, 2011).

Podemos observar na figura 1 as dimensões de cisternas de acordo com o volume desejado de captação.

Dimensões de cisternas para coleta de água pluvial.

Figura 1- Dimensões de cisterna de superfície.



Fonte: Caixa-dagua-em-fibra-vidro-forteleve.blogspot.com.br/.

Um coletor de água de chuva está diretamente ligado a dois fatores: ao telhado que é a fonte de captação da água, e à pluviosidade da região.

A água de chuva é coletada com o auxílio dos telhados. Este aproveitamento do espaço físico dos edifícios escolares também está relacionado ao escoamento da água do telhado para o coletor através de calhas. A utilização de água de chuva para fins potáveis e não potáveis necessita estar em acordo com as condições do telhado a ser utilizado, conforme o quadro 1.

Quadro 1 – Usos da água.

Área de coleta da chuva	Uso da água de chuva
Telhados não ocupados por pessoas ou animais	Lavar banheiros, regar as plantas, a água filtrada é potável
Telhados frequentados por pessoas e animais	Lavar banheiros, regar as plantas, a água não pode ser usada para beber
Terraços e terrenos impermeabilizados, áreas de estacionamento	Mesmo para os usos não potáveis necessita de tratamento
Estradas, vias férreas elevadas	Mesmo para os usos não potáveis necessita de tratamento

Fonte: Marinoski, 2007.

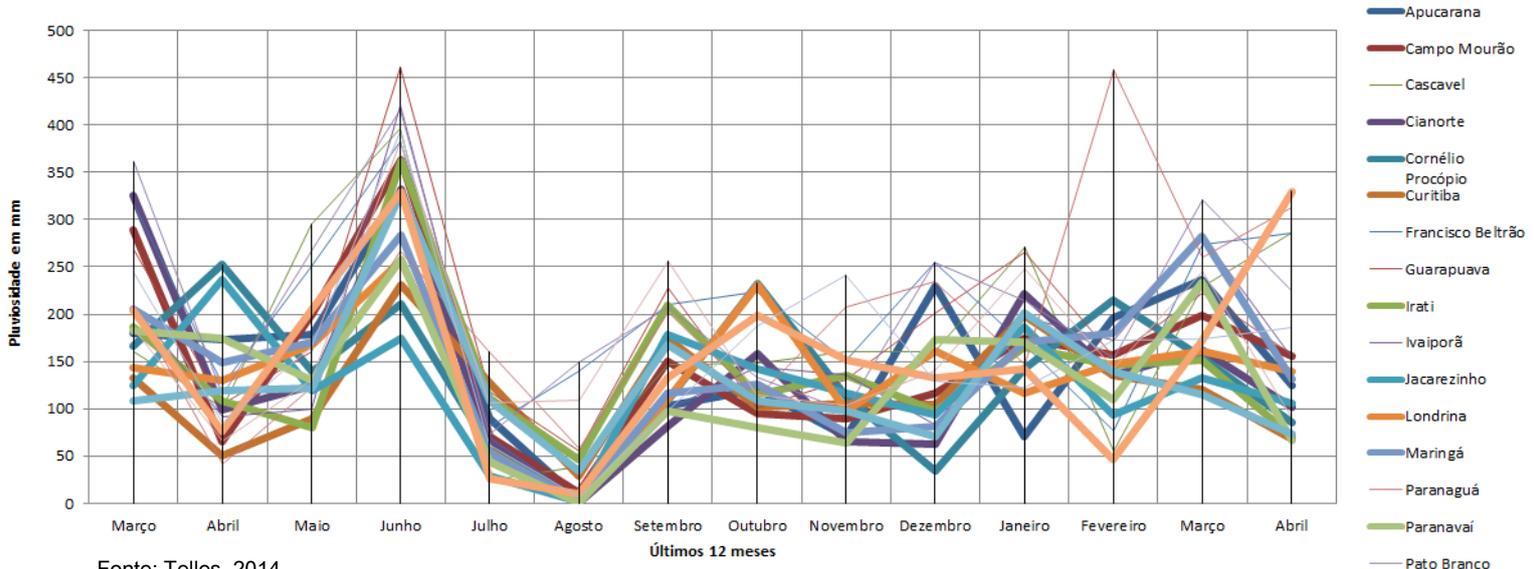
Outra condição importante é a utilização da água com ou sem tratamento, o que possibilita maiores usos da mesma. Veremos mais adiante como fazer o tratamento de água de chuva.

Pela pluviosidade é possível se saber a quantidade de chuva da região, e quantas vezes o coletor pode vir a se encher com água durante o mês, em função de sua capacidade de coleta e da área em metros quadrados do

telhado. Deste modo é possível se observar que algumas regiões do Paraná tem grande potencial para coleta de água da chuva e outras não (PARANÁ, 2014b).

No gráfico a seguir, as linhas grossas indicam municípios com baixa pluviosidade e as linhas finas com alta. Trata-se de um relatório dos últimos 12 meses de precipitação no estado do Paraná, de acordo com a pluviosidade medida no Departamento de Economia Rural. As regiões paranaenses que apresentaram maior pluviosidade são: litoral, sul e sudoeste, de acordo com os dados analisados.

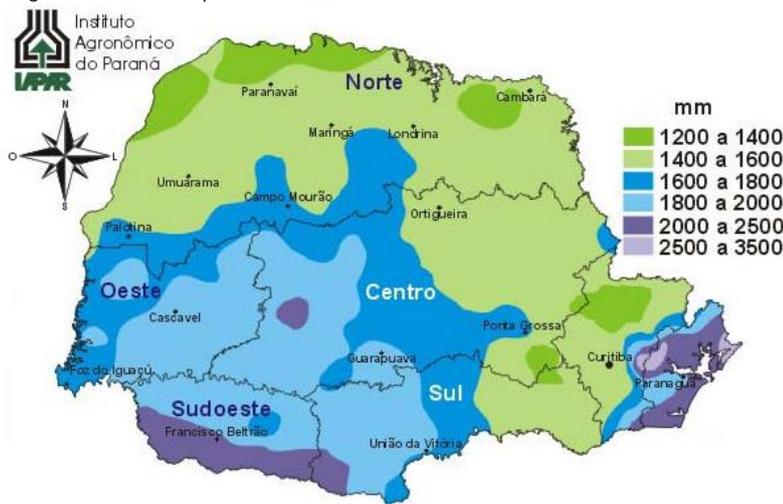
Gráfico 2 - Pluviosidade de 2013 a 2014.



Fonte: Telles, 2014.

Historicamente, como podemos verificar na figura 2, se acrescentam as regiões oeste e centro-oeste aos dados do gráfico. No mapa abaixo estão indicadas as regiões de maior pluviosidade do Paraná. Representam os núcleos de educação de: Paranaguá, Ponta Grossa, União da Vitória, Irati, Pato Branco, Francisco Beltrão, Dois Vizinhos, Foz do Iguaçu, Cascavel, Toledo, Laranjeiras do Sul, Guarapuava, Pitanga, Campo Mourão, Ivaiporã, Goioerê e Assis Chateaubriand, (INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ, 2014).

Figura 2 - Média de pluviosidade no estado do Paraná.



Fonte: Instituto Agrônomo do Paraná, 2014.

As regiões descritas estão entre as de grande potencial pluviométrico. Já as demais, mesmo não havendo grande potencial, o fator telhado substitui a pouca chuva.

Pode haver variações dos valores indicados de pluviosidade. Isto é normal, e todos os anos ocorrem oscilações quanto à pluviosidade em cada região. Na website www.iapar.br/ existem registros dos desvios de precipitação ocorridos ao longo de 2005-2014. As variações de precipitação em relação à média histórica estão listadas entre -250 mm a 350 mm mensais.

Em um levantamento realizado em maio deste ano, 68 escolas já realizam a coleta de água de chuva, das 2248 escolas da rede pesquisadas. Abaixo, as escolas que possuem o sistema em fase de implantação ou em funcionamento.

Quadro 2 - Escolas que fazem a coleta de água pluvial.

Escolas e Colégios que realizam coleta de água pluvial	
Escola/Colégio	Município
NRE Ponta Grossa	
Vespasiano C. Mello	Castro
Alcidez Munhoz	Imbituva
Arthur da Costa e Silva	Ivaí
Leonardo Salata	Palmeira
Nossa Senhora das Graças	Ponta Grossa
NRE Goioerê	
Padre Anchieta (APAE)	Goioerê
Dom Pedro II	Janiópolis
José Alfredo de Almeida	Mariluz
João Theotônio Neto	Moreira Sales
Moreira Salles	Moreira Sales
NRE Dois Vizinhos	
Germano Stédile	Dois Vizinhos
São Francisco do Bandeira	Dois Vizinhos
Leonardo da Vinci	Dois Vizinhos
Linha Conrado	Dois Vizinhos
NRE Francisco Beltrão	
Do Campo Nossa Senhora Aparecida E.F	Ampére
Pe. Do Campo Antônio Vieira	Ampére
São Cristovão	Capanema
Do Campo Pinheirinho	Capanema
Do Campo Paulo Freire	Francisco Beltrão
Telmo O. Muller	Marmeleiro
Do Campo Bom Jesus	Marmeleiro
Do Campo Sagrada Família	Planalto
Padre Anchieta	Salgado Filho
Do Campo Duque de Caxias	Salgado Filho
Do Campo Marques do Eral	Santo Antônio do Sudoeste
NRE Telemaco Borba	
Tancredo Neves	Imbau
NRE Assis Chateaubriand	
APAE	Nova Aurora

NRE Wenceslau Braz	
Costa e Silva	Senges
Ceebja Wenceslau Braz	Wenceslau Braz
NRE Jacarezinho	
Centro Educ. Profi. Mohamad A Hanze (agri.)	Cambara
NRE Ibaítí	
Leao Schulmann	Figueira
NRE Irati	
Parigot de Souza	Inacio Martins
Rio do Couro	Irati
Adão Sobocinski	Mallet
Miguel Desanoski	Rio Azul
NRE Maringá	
Vercindes Gerotto dos Reis	Paiçandu
NRE Pato Branco	
Joao Paulo I	Chopinzinho
Núcleo de Santa Lucia	Coronel Vivida
Misael F Araújo	Mangueirinha
Alto da Gloria	Palmas
Agostinho Pereira	Pato Branco
NRE Curitiba	
29 de Março	Curitiba
Polícia Militar	Curitiba
Paulo leminski	Curitiba
Luiza ross	Curitiba
NRE Cascavel	
João Vianeí	Cafelândia
Amâncio Moro	Corbélia
Novo Horizonte	Corbélia
Vital Brasil	Vera Cruz do Oeste
Irmã Dulce	Vera Cruz do Oeste
NRE União da Vitória	
Pedro Busko	Paulo Frontin
NRE Pitanga	
Volta grande	Nova Tebas
NRE Laranjeiras do Sul	
APAE Laranjeiras do Sul	Laranjeiras do Sul
Rio das Cobras	Nova Laranjeiras
Alto Alegre	Quedas do Iguaçu
NRE Paranaguá	
Ilha das Peças	Guaraqueçaba
NRE Umuarama	
Almirante Tamandaré	Cruzeiro do Oeste
Bento Mossurunga	Umuarama
Ceebja Umuarama	Umuarama

NRE Cianorte	
Helena Kolody	Terra Boa
NRE Toledo	
Eron Domingues	Marechal Candido Rondon
Pato Bragado	Pato Bragado
Agrícola de Toledo	Toledo
Do Campo Nova Concórdia	Toledo
NRE Guarapuava	
Teotônio Vilela	Campina do Simão
NRE AM Norte	
Educação. Profissional Newton F Maia	Pinhais
Otilia H da Silva	Pinhais
NRE Ivaiporã	
Jamil Aparecido Bonacin	São João do Ivai
TOTAL	68

Fonte: Telles, 2014.

2 CALCULANDO A COLETA DE ÁGUA EM SUA ESCOLA

Será necessário, de acordo com metodologia básica de cálculo (CORDOVA, 2009):

- Área do telhado;
- Capacidade de armazenamento x demanda de água na escola;
- Pluviosidade de sua região;
- Custo do m³ da água na concessionária que abastece seu município.

Se a escola possui documentos relativos ao espaço físico, consulte, ou do contrário, vá até a website de consulta a escolas, no diaadieducacao, e localize sua escola e em qual dos espaços físicos (telhado) é melhor para realizar a coleta e instalar o coletor: www4.pr.gov.br/escolas/frmPesquisaEscolas.jsp.

Figura 3 - Consulta estrutura física da escola.

The screenshot shows the 'Consulta Escolas' web application. On the left, there are search filters for 'Núcleo Educação', 'Município', 'Rede de Escolas', and 'Referência'. The main content area displays a detailed report for a school, including 'Dados da Arquitetura' (Project, Constructed, and Contiguous Area), 'Proteção do Terreno' (Protection of the Land) with various percentages, and 'Infra-estrutura' (Infrastructure) with a list of facilities and their status (e.g., Access for Disabled, Barriers, Sidewalk, etc.).

Fonte: Paraná, 2014a.

Anote a informação sobre a área do telhado.

Após, verifique qual a capacidade de armazenamento desejada de acordo com a pluviosidade da região e demanda de água da escola. É possível antes de se decidir fazer os cálculos para se conhecer o quanto de água poderá ser coletado, e qual a melhor bombona ou cisterna para a demanda de sua escola. Consulte a website da SIMEPAR (Sistema Meteorológico do Paraná) ou Águas do Paraná para obter a pluviosidade de sua região. É possível se basear nos últimos meses para ter uma média do quanto chove na região buscada.

As médias históricas e os últimos 12 meses se encontram disponíveis na internet (INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ, 2014, INSTITUTO DAS ÁGUAS DO PARANÁ, 2014). As previsões registradas anualmente também servem de base para os anos futuros, pois a chuva tende a ser regular anualmente podendo, como já mencionado, ter oscilações entre - 250 e + 350 mm. Outra possibilidade seria construir seu próprio pluviômetro e fazer a leitura de sua região mensalmente, de modo a ter disponível a pluviosidade de sua região ao longo dos anos para eventual consulta.

Para saber o custo do m³ da água, entre em contato com a concessionária que faz o abastecimento em seu município, ou entre em contato com a Secretaria de Educação, setor GAS – SSC, sala 05 ou 06, para saber qual concessionária fornece água em sua região e quanto custa o serviço.

Cada 1 mm de chuva corresponde a 1 litro de água em uma área de 1 m².

Figura 4 - “Quanta chuva?”.



Quanta chuva ?

Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado	Domingo

Efetuating os cálculos:

Fonte: Telles, 2014.

- a) Quantidade de chuva captada
 Área do telhado x Precipitação do pluviômetro em mm. Exemplo:
 $100 \text{ m}^2 \times 8 \text{ mm} = 800 \text{ litros}$ (CORDOVA, 2009).

- b) Se a capacidade de armazenamento fosse de 200 litros, seria possível encher a bombona nesta única chuva em 4 vezes. Realizando uma pesquisa com os alunos, é possível se saber a média de chuva anual na região da escola e antecipar de acordo com a capacidade de armazenamento em quantas vezes o recipiente seria abastecido completamente pelas chuvas, e qual o tamanho do recipiente mais adequado às demandas de água para fins não potáveis ou potáveis na escola. Neste exemplo dado, a bombona de 200 litros seria muito pequena em função da quantidade de água de chuva disponível, mas em alguns casos podem ser suficiente apenas os 200 litros (MINIKOVSKI, 2009).

- c) Ao final de cada mês é possível se saber quanto de água foi coletada, e multiplicando esta quantidade pelo valor da tarifa de sua região se tem o valor da economia atingida através do reaproveitamento. Uma economia tanto do recurso água uma vez que a mesma não é extraída de reservatórios contribuindo para os períodos de estiagem bem como a economia ao se substituir a água tratada pela água de chuva sem custos (CORDOVA, 2009).

No Instituto das Águas do Paraná: www.sih-web.aguasparana.pr.gov.br/, podemos obter relatórios anuais sobre a precipitação em quase todos os municípios do estado.

Figura 5 - Alturas mensais de precipitação.

		Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos AGUASPARANÁ - Instituto das Águas do Paraná Sistema de Informações Hidrológicas - SIH										
Alturas mensais de precipitação (mm)												
Estação:	CURITIBA	Código:	02549006	Entidade:	AGUASPARANÁ							
Município:	Curitiba	Instalação:	01/01/1889	Extinção:								
Tipo:	PPr	Bacia:	Iguaçu	Sub-bacia:	1							
Altitude:	929,000 m	Latitude:	25° 26' 47"	Longitude:	49° 13' 51"							
ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
2014	242,5	110,2	232,0	80,8	87,0	-	-	-	-	-	-	-
Valores anuais												
ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
MÉDIA	242,5	110,2	232,0	80,8	87,0	-	-	-	-	-	-	-
MÍNIMA	242,5	110,2	232,0	80,8	87,0	-	-	-	-	-	-	-
MÁXIMA	242,5	110,2	232,0	80,8	87,0	-	-	-	-	-	-	-
D. PADRAO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-

Observações:

- * Valor consistido
- Sem leitura

Fonte: Instituto das Águas do Paraná, 2014.

Em relação à demanda da escola, é possível verificar o consumo de água da escola, mensalmente, consultando a Secretaria de Educação, GAS-SSC, sala 05, a fim de estimar o quanto a escola consome mensalmente, porém há necessidade de separar a água para fins potáveis e não potáveis. Para análise na tabela abaixo, encontramos a utilização da água em uma instituição de ensino de Florianópolis. São utilizados aproximadamente 5.500 m³ diários, ou mensalmente, 127 m³ de água para fins não potáveis. Retirando os mictórios e bacias sanitárias, teríamos 648,88 litros por dia ou 19.466,40 (19) m³ mensais (MARINOSKI, 2007).

Tabela 1 - Usos finais de água em instituição de ensino de Florianópolis/SC.

Aparelho ou atividade	Consumo (L/dia)	Consumo (L/mês)	Percentual
Limpeza de vidros*	0,54	12,5	0,01
Lavação de calçadas*	14,4	331,2	0,16
Chuveiro	26,66	613,26	0,3
Irrigação de jardins*	41,14	946,29	0,47
Tanque (laboratórios)	79,94	1.838,60	0,9111
Bebedouro	109,08	2.508,84	1,25
Lavação de carros*	172,8	3.974,40	1,97
Limpeza*	420	9.660,00	4,8
Mictório*	973,28	22.385,49	11,12
Torneira da pia (cozinha)	1.329,73	30.385,72	15,1
Torneira de lavatório	1.644,47	37.822,80	18,79
Bacia sanitária*	3.937,95	90.572,90	45,01
Total	8.750,00	201.250,00	100
*Total não potável	5.560,12	127.882,80	63,54

Fonte: Marinoski, 2007.

Outro exemplo foi realizado em Florianópolis (FASOLA, 2011) em uma escola estadual e uma municipal. Foi analisado a escola municipal com 170 alunos, 12 professores e 5 funcionários. A estadual com 230 alunos, 18 professores e 5 funcionários. Nesta pesquisa foram levantados os consumos de água somente por entrevista, destacando os locais de consumo pela frequência com que as pessoas fazem uso do local. Cerca de 40 pessoas de cada escola foram entrevistadas e com base nas respostas se estimou o banheiro, a pia e o uso no pátio da escola.

Tabela 2 - Consumo de água em duas escolas em Florianópolis.

Escola	Consumos	Medido	Estimado
Municipal	Diário (m ³ /dia)	4,3	6,2
	Mensal (m ³ /mês)	89,1	128,7
	Por usuário (L/dia)	28,8	41,6
Estadual	Diário (m ³ /dia)	6,1	6,7
	Mensal (m ³ /mês)	127,5	139,2
	Por usuário (L/dia)	25,3	27,6

Fonte: Fasola, 2011.

Estes consumos estão proporcionais ao medidos em nossas escolas no Paraná, via planilha de consumo dos 4 primeiros meses de 2014 (Paraná, 2014a).

Fatores que podem influenciar na demanda:

- Fins não potáveis;
- Potáveis como vaso e chuveiro;
- Potável para beber;
- Caseiro;
- Distribuição para vizinhança; *crescimento*



Abaixo, temos um questionário enviado às escolas que fazem a coleta - já listadas na página 14 - para verificar como estão e como são os procedimentos mais adotados por aqueles que já possuem esta experiência. As respostas recebidas foram organizadas de acordo com as descrições encaminhadas pelas escolas. Em casos sem resposta ou duvidosos não foi acrescentada nenhuma atribuição. Abaixo, as perguntas encaminhadas às escolas:

- 1- Sua escola é de ensino fundamental ou médio?
- 2- Seu sistema está em funcionamento?
- 3- Sabe a capacidade do coletor? (em litros ou m³) O coletor é do tipo subterrâneo ou de superfície?
- 4- É feito algum tratamento da água? Ou algum tipo de filtro para conter resíduos sólidos?
- 5- Se sim, o tratamento é com cloro ou outro?
- 6- Sabe dizer onde é feito o uso da água coletada?
- 7- Se no caso a água for do tipo tratada, onde é feito o uso?
- 8- Sabe dizer se a demanda de água para uso na escola é alta ou baixa...? E toda água que se coleta é aproveitada ou tem alguma perda?
- 9- Chove o suficiente em sua região, no sentido que não falta água para o coletor?
- 10- A água do coletor é usada totalmente (de acordo com a capacidade mencionada) semanalmente ou mensalmente?
- 11- Seu coletor funciona com bomba de sucção (bomba de água em geral)? Ou apenas há uma torneira no qual a água cai por força de gravidade?
- 12- Alguém mais além da escola usa a água coletada (o caseiro ou o vizinho)?

- 13- Recomendaria o uso de coletor para outras escolas? A água é usada diariamente?
- 14- O coletor foi produzido com conhecimento oriundo da própria escola ou foi feita contratação de alguma empresa ou técnico para isso?
- 15- Tem ideia de quanto custou o total do coletor e demais acessórios, etc?
- 16- Existe algum gasto com manutenção? Há algum equipamento com gasto fixo ou algo esporádico que tenha ocorrido?
- 17- Qual a necessidade ou de onde surgiu a ideia de instalar um coletor?
- 18- Outros dados que acha importante que não foi possível descrever acima (está em fase de implantação ou está com algum problema de funcionamento, qual? etc)

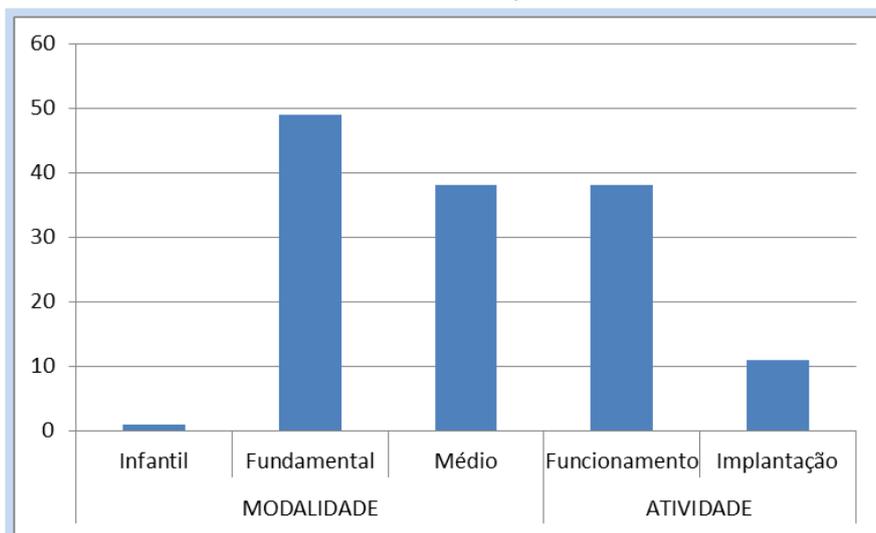
3 ANÁLISE GRÁFICO-DESCRITIVA DA COLETA DE ÁGUAS PLUVIAIS

Realizou-se um questionário para as 68, das 2248 escolas da rede que fazem a coleta de água de chuva a fim de identificar alguns pontos importantes que ajudem a entender de que forma estes estabelecimentos usam a água bem como a quantidade de água tratada substituída pela chuva. Serão apresentados os gráficos relativos à pesquisa (questões listadas anteriormente) com a descrição de algumas respostas recebidas. O número de retornos ficou em 53 escolas. Em casos sem resposta ou duvidosos não foi acrescentada nenhuma atribuição (Paraná, 2014a).

Questão 1 e 2

Do total, 49 das escolas entrevistadas são de ensino fundamental e em 39, os coletores estão em funcionamento. Das marcadas como implantação (11), algumas estão esperando verbas para iniciarem o projeto, outras apresentaram alguns problemas devido à falta de conhecimento técnico envolvendo a manutenção do coletor e orientações em geral, e o mesmo encontra-se inativado.

Gráfico 3 - Coleta de dados sobre os coletores de água de chuva.

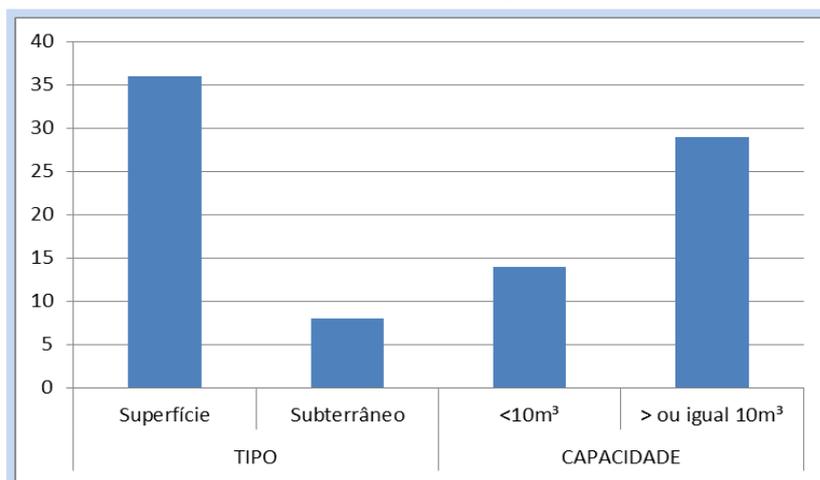


Fonte: Telles, 2014.

Questão 3

Os 36 coletores são na sua maioria de superfície, e 30 acima de 10m³, 14 inferior a 10m³. Praticamente todas as escolas responderam que a água coletada vem por meio de calhas do telhado. Entre as capacidades dos coletores estão coletores de 40 m³, 20 m³, 33 m³, 30 m³, 58 m³, 45 m³, 25 m³, 1 m³, 1.5 m³, 12 m³, 3 m³ e 500 litros. A escola de Paranaguá, Ilha das Peças, possui sistema com reservatório inferior de 5 m³ e superior de 1 m³.

Gráfico 4 - Coleta de dados sobre os coletores de água de chuva.

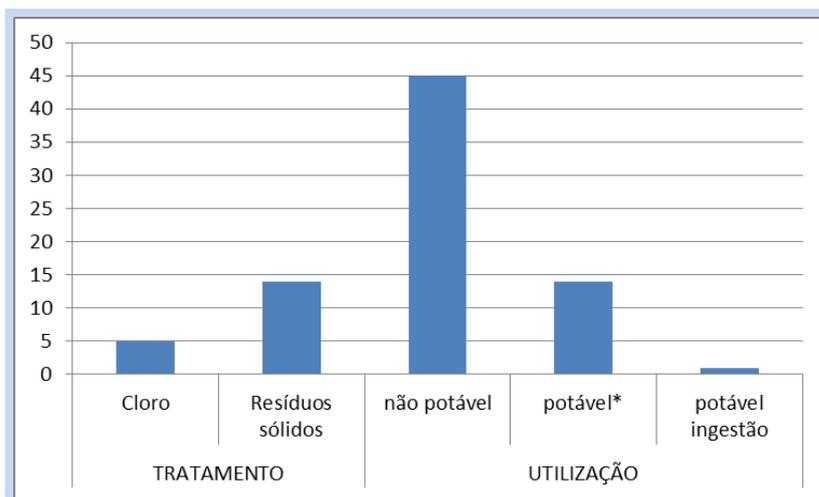


Fonte: Telles, 2014.

Questão 4 a 7

Poucas escolas fazem algum tipo de tratamento, Quatorze utiliza um filtro para sólidos. Em algumas escolas, o tratamento segundo eles, não é necessário, pois o uso da água é exclusivamente para fins não potáveis. Seis usam o cloro mesmo para fins não potáveis. Em boa parte há apenas o filtro de resíduos sólidos para separar a sujeira “grosseira” que vem do telhado. Dentre os fins que dão para água da chuva estão em maior número (46), as finalidades não potáveis para limpeza da quadra, jardins, janelas, paredes, calçadas, pisos das salas, pátio e limpeza em geral. Porém, devemos considerar que em muitas escolas este uso é para irrigar horta e embora não potável, a qualidade da água que irriga a horta, uma vez que os vegetais são para consumo, deve ser adequada ao consumo humano. Apenas uma das escolas, que fica na Ilha das Peças em Paranaguá, faz o uso potável e para isso utiliza hipoclorito líquido e radiação ultravioleta, a mesma usa esta água para a preparação de alimentos e consumo, também. Para os fins potáveis* ligados ao contato humano, estão os vasos sanitários, chuveiros e banheiros de uma maneira em geral.

Gráfico 5 - Coleta de dados sobre os coletores de água de chuva.



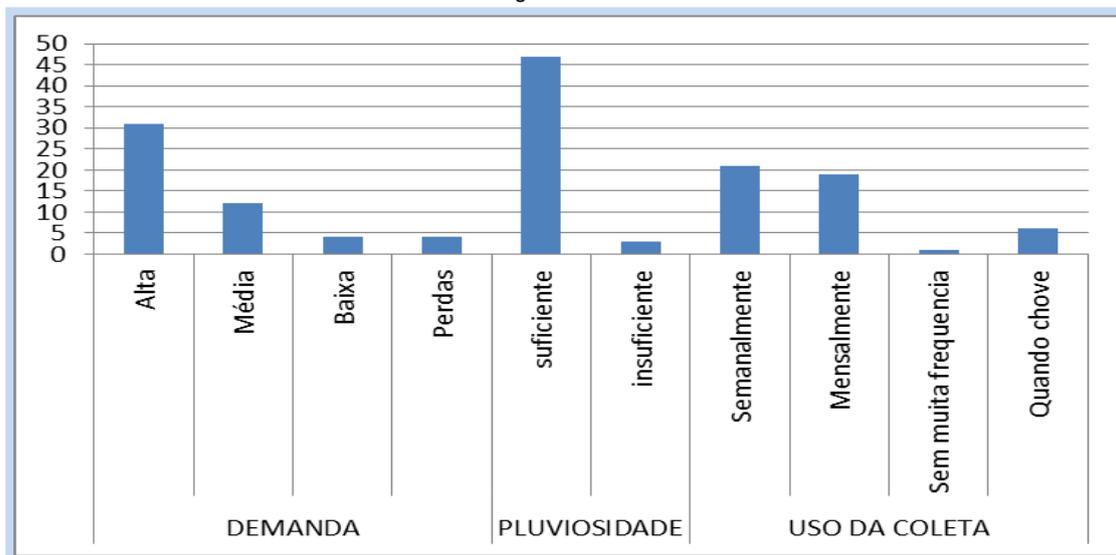
Fonte: Telles, 2014.

Questão 8 a 10

Trinta e duas escolas responderam que seu consumo de água pluvial é alto necessitando, em alguns casos, de coletores maiores. E neste sentido também foi questionado sobre o aproveitamento da água coletada, e apenas quatro escolas comentaram que há desperdício da água coletada causado pelo descarte com as primeiras águas (função de jogar fora a água que vem do telhado com sujeira). No entanto, este descarte representa uma parcela pequena do total coletado.

A quantidade de chuva é suficiente na maior parte dos estabelecimentos pesquisados (48). Três apresentam períodos de estiagem não possibilitando o uso do coletor em determinado mês, ou não possibilitando o uso contínuo ao longo do mês. Vinte e duas escolas utilizam a água coletada com uma frequência considerada alta (semanalmente). Apenas os casos de estiagem usam o recurso apenas quando chove. A escola agrícola de Toledo comentou o uso da água para a horta foi essencial, pois a demanda era alta e há necessidade de se manter um açude com a água e esta vinha apenas do poço artesiano, o que não era o suficiente para o tamanho da horta e tipos de plantas.

Gráfico 6 - Coleta de dados sobre os coletores de água de chuva.

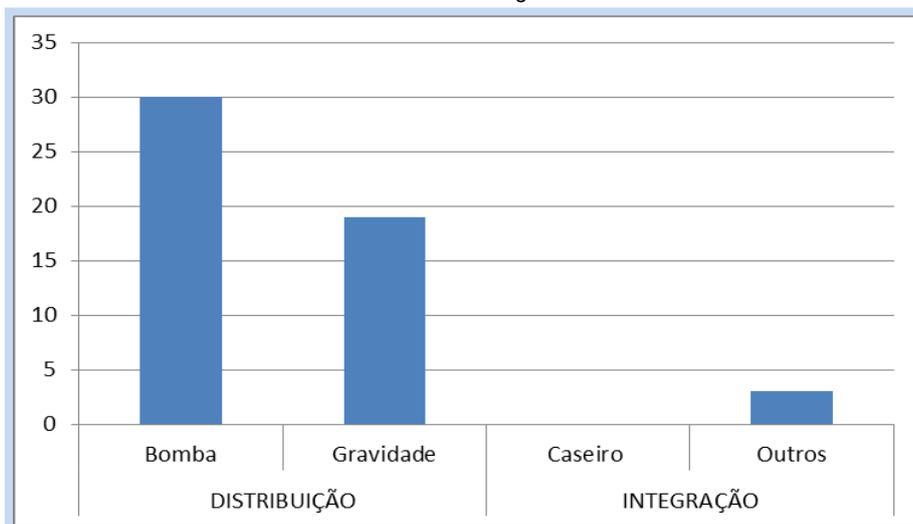


Fonte: Telles, 2014.

Questão 11 e 12

A escola Nelci Felini partilha a água coletada com a casa Lar mantida pela APAE (Outros). A iniciativa de construção do coletor foi pela APAE. Em relação à distribuição, 31 escolas fazem o uso de bombas para distribuir a água coletada. O uso de torneira conectada ao coletor ficou em 19, e dependendo do uso e acesso, algumas escolas possuem tanto a distribuição pela bomba quanto torneiras acopladas ao coletor. Foi comentado em alguns casos sobre a necessidade da bomba, para tornar mais útil a distribuição da água e ampliar o seu uso. Os custos da manutenção da bomba e da energia elétrica são baixos de acordo com algumas respostas. Em relação ao uso da bomba para banheiros com reservatório superior e inferior, a bomba possui um sistema automático, pois toda vez que chove a água cai no coletor e a água completa as caixas dos banheiros e as mantém cheias até terminar a água do coletor.

Gráfico 7 - Coleta de dados sobre os coletores de água de chuva.



Fonte: Telles, 2014.

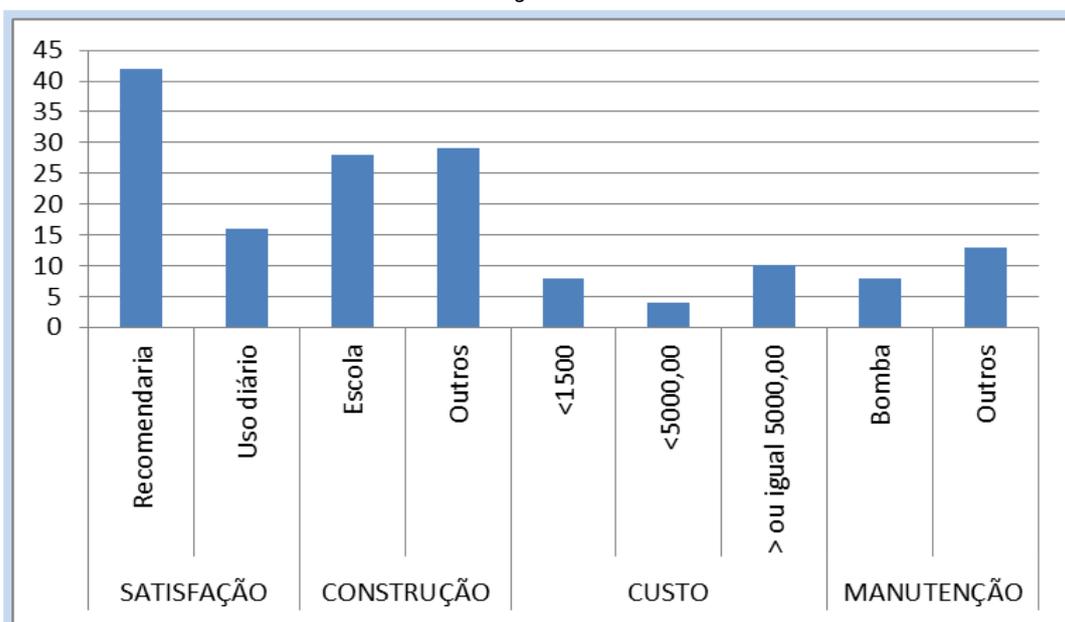
Questão 13 a 16

Quarenta e três escolas estão satisfeitas com o uso do coletor e recomendam o seu uso não somente nas escolas, mas também, em edifícios públicos. Oito escolas têm gastos pequenos com manutenção da bomba, outras, não se lembram a última vez que tiveram problemas com a bomba, ou seja, não houve manutenção nestes casos. Da mesma forma, 14 escolas sem o uso da bomba comentaram que há manutenção de outros itens como cloro, canos, etc. Em geral, o custo de manutenção é baixo e esporádico. No caso das escolas com cloro deve se providenciar o mesmo, da mesma forma o uso das lâmpadas ultravioletas têm um período de troca ou revitalização. A construção do coletor teve em muitos casos parcerias com prefeitura, programas do estado (mais educação, pro jovem rural, conferência infanto juvenil pelo meio ambiente, licitação e compra pelo estado, ensino médio inovador), vereadores, ONG's, projeto PDE, Rotary Club e muitas escolas da região oeste tiveram ajuda da Itaipu e da Acessoar.

A escola de Paranaguá teve uma ajuda da Universidade de Maryland (US). Em relação ao custo, os valores se situaram entre 500 e 20 mil reais conforme demonstra o gráfico 8.

Três escolas não possuem coletores e utilizam baldes para coletar a água de chuva para lavar o pátio da escola.

Gráfico 8 - Coleta de dados sobre os coletores de água de chuva.



Fonte: Telles, 2014.

Questão 17 e 18

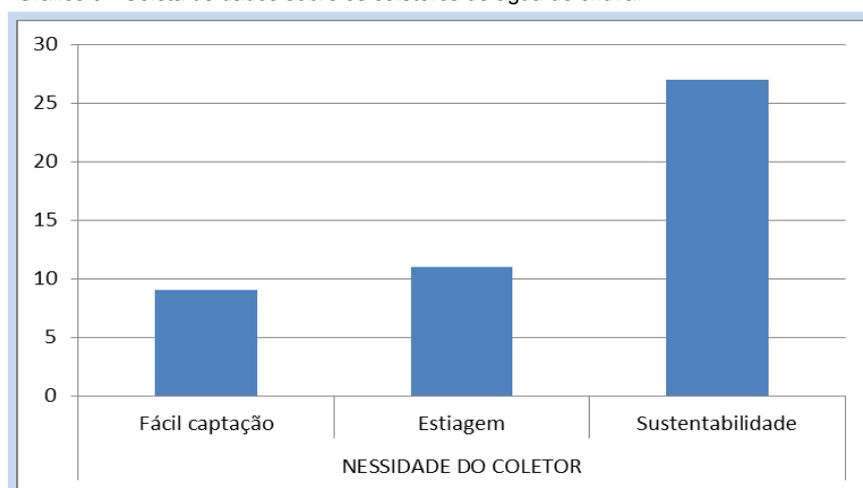
O número de escolas (11) que comentaram sobre a escassez da água em sua localidade foi preocupante. Na verdade, não somente a escassez, mas o uso de poços artesianos para abastecimento. As escolas partilham água com vizinhos via poço artesiano e a água acaba com o tempo, dependendo da chuva para haver mais consumo. É comum o transporte de água via caminhões tanque que vem da cidade e distribuem o recurso para a comunidade local. Nestas escolas que ainda não dispõem de água tratada via concessionária havia respostas de grande satisfação em ter construído um coletor, o mesmo poupou o uso dos poços artesianos e ampliou o tempo de disponibilidade do recurso na comunidade. Ainda há muitas áreas no Paraná com necessidade de ampliação da rede de abastecimento de água, bem como a necessidade de instalação de novas estações e novos mananciais. É possível perceber que o uso do coletor pode ter uma função muito importante, e não parecem ser poucas as escolas que dependem do poço artesiano para consumo de água. Neste sentido, a função do coletor seria de suprir o abastecimento básico do recurso, reduzir a pobreza energética da região permitindo um maior desenvolvimento tanto da escola como da comunidade. Uma das

necessidades que foi muito apontada também foi o uso de água da chuva para irrigar a horta em função de alguns períodos de estiagem que comprometiam o rendimento e sobrevivência dos vegetais.

Foi comentado sobre a função pedagógica que o coletor exerce sobre os alunos em relação aos temas de meio ambiente e a dimensão que isso gera, sensibilizando a comunidade local. Muitas escolas reforçam a questão da sustentabilidade no uso de água da chuva no que diz respeito à diminuição dos gastos com a utilização de água, e a facilidade de captação do recurso bem como os procedimentos serem de uma tecnologia de fácil entendimento e grande utilidade.

A escola Ilha das Peças em Paranaguá, ressaltou também a questão da necessidade de se ter um funcionário da escola responsável pela manutenção do sistema, limpeza de calhas, caixas e acompanhar o tratamento e qualidade da água diariamente. Mesmo escolas com pequenos coletores demonstraram interesse em ampliar o potencial de coleta tendo em vista a utilidade da água.

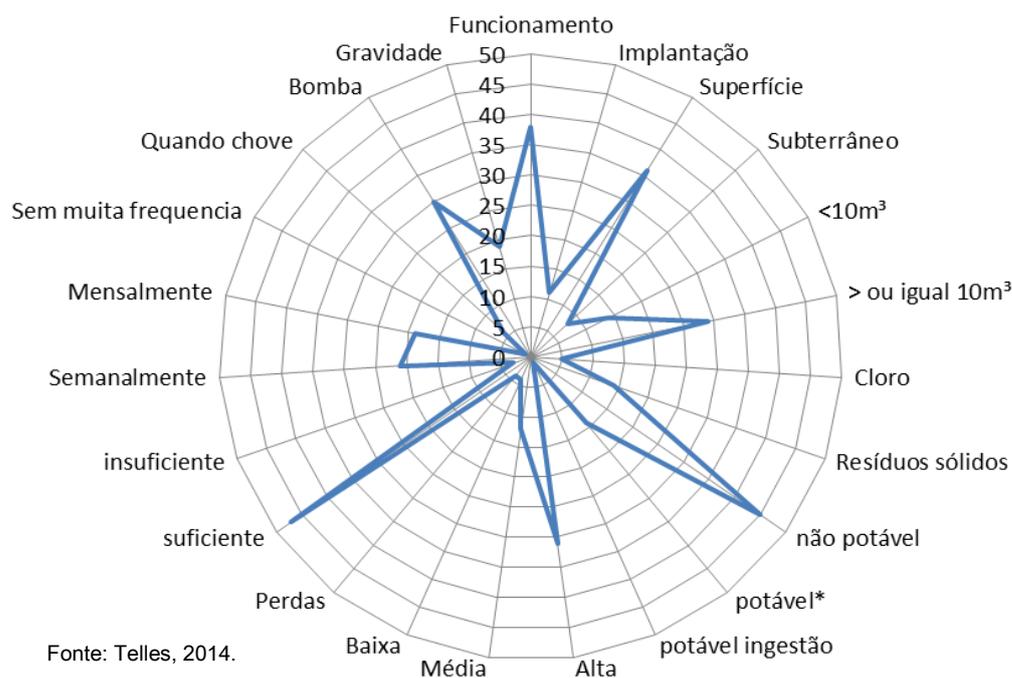
Gráfico 9 - Coleta de dados sobre os coletores de água de chuva.



Fonte: Telles, 2014.

Neste último gráfico podemos ver a correlação entre alguns fatores importantes:

Gráfico 10 - Coleta de dados sobre os coletores de água de chuva.



Fonte: Telles, 2014.

É interessante ao analisar o gráfico 10 alguns dados que se cruzam como, por exemplo, a leitura de que os coletores estão em funcionamento, e em sua maioria são de superfície, maiores que 10 m³ para fins não potáveis com alta demanda de água. A pluviosidade se dá de forma suficiente e semanalmente, e há o uso do coletor em toda sua capacidade com distribuição realizada por bomba de sucção.

4 TIPO DE COLETORES

Para utilizar um coletor de águas pluviais é importante conhecer alguns aspectos técnicos sobre o funcionamento do mesmo envolvendo telhados, calhas, filtros e potabilidade da água (MINIKOVSKI, 2009; SCHMIDT, 2011).

Figuras 6, 7 e 8 - Bombona, cisterna de superfície e cisterna subterrânea (em sequência).



200 litros

Fonte: Snatural e Raft Embalagens.



6000 litros



Um coletor simples para água não potável pode ser feito com o mínimo de peças (Sempre Sustentável):
Figuras 9, 10 e 11 - Na ordem, torneira, filtro de tela com espaço entre fios e válvula de registro.



Coletores em que são exigidas mais necessidades como tratamento básico (sólidos) e maior volume de água possuem um conjunto de equipamentos extras, a maioria dos coletores de grande porte já vem com estes equipamentos no ato da compra (Natural tec).

Figuras 12 - Equipamentos acessórios para o coletor.



Válvula-bóia

Fonte: Snatural.



Válvula de pé com crivo



Sifão/Ladrão



Filtro de água



Registro de esfera 3/4" com redução para 1/2"



5 APROVEITAMENTO PELO SISTEMA DE CALHAS

Um barril de 200 litros com o sistema de calhas pode se encher com uma quantidade de chuva até mesmo de 8 mm, o que é uma baixa pluviosidade. Do contrário, sem o sistema de calhas o aproveitamento se torna extremamente baixo (TIGRE, Enciclopédia). Vejamos o exemplo: um barril de 200 litros que possui aproximadamente um diâmetro de boca igual a 411,8 mm o que equivale a 41 cm (alguns barris chegam a 60 cm). Se cada 100 mm de chuva equivale a 100 litros de água em uma área de 1 m², poderíamos afirmar que um barril sem o sistema de calhas aproveitaria 40 % de toda chuva por m² (ver figura 14), ou seja, 40 litros se a pluviosidade for 100 mm. Isto é, as chuvas de até 200 mm não enchem um barril de 200 litros uma vez que pouco é coletado, além da evaporação mínima que ocorre, e a precipitação de 100 mm muitas vezes ser mensal e não diária.

O contrário ocorre com as calhas. O telhado de um estabelecimento oferece uma área de superfície de coleta muito maior, o que gera maior vazão para as calhas em escorrer a água que cai no telhado. Desta maneira, os barris se enchem com muito mais facilidade e com pouca chuva o que justifica o uso de calhas para o reaproveitamento.

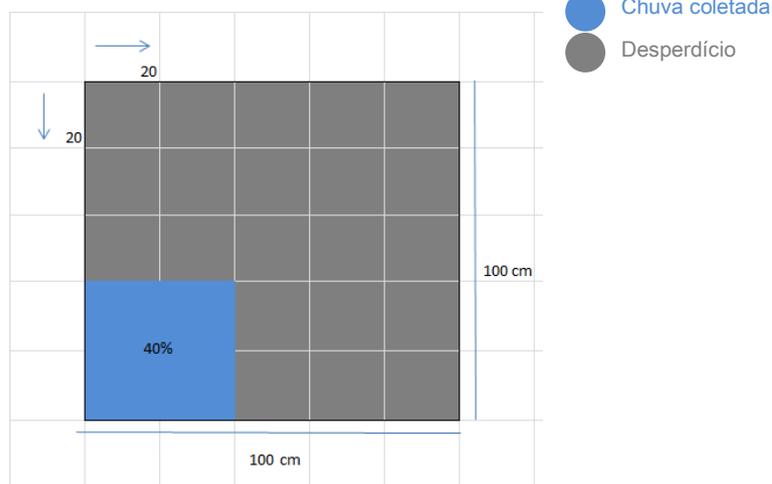
Figura 13 - Vista superior do barril. Bocal de 411 mm.



Cada 100 mm de chuva equivale a 100 litros de água em uma área de 1 m².

Fonte: Raft embalagens.

Figura 14 - Capacidade de coleta sem calhas

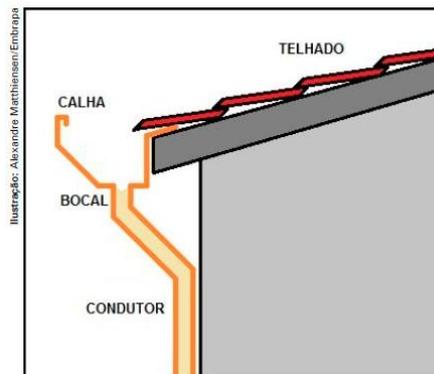


Fonte: Telles, 2014.

Figura 15 e 16 - Esquema de condução por calhas.



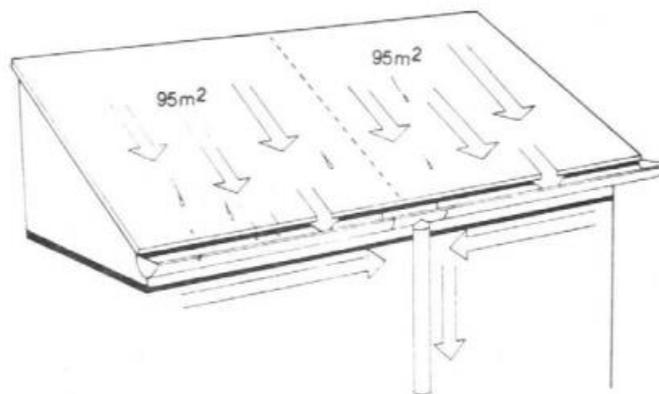
Fonte: Engormix.



As calhas oferecem proteção para diferentes projetos arquitetônicos, canalizando devidamente o fluxo pluvial. Toda a superfície do telhado atua como coletora de água possibilitando vazão via calhas até o reservatório de coleta. O fluxo pluvial varia nas diversas regiões do Brasil. Um sistema de calhas adequado deve se levar em conta o diâmetro do cano utilizado nas calhas horizontais e verticais, bem como o grau de declinação que as calhas verticais possuem. Quanto maior o telhado maior a captação de águas pluviais e ao mesmo tempo, maiores os diâmetros das calhas para conter a vazão da água da chuva (TIGRE, Enciclopédia).

Figura 17 - Aproveitamento de água de chuva pelo sistema de calhas.

A figura 17 ao lado mostra o grande aproveitamento de área em m^2 nos telhados em função das calhas.



Fonte: ECV.

Imaginemos um telhado de $82,35 m^2$ e uma precipitação de $100 mm$. Esta é a área de superfície de contato com a água de chuva no qual toda precipitação de $100 mm$ irá atuar seja mensal ou diária. Nesta quantidade de precipitação caso fosse diária haveria um transbordamento pelo excesso de água captada pelo telhado. São aproximadamente 820 mil litros de água coletados e dificilmente haveria um coletor e espaço físico suficiente para o mesmo. Um coletor de $6 m^3$ por exemplo, tem capacidade de coletar 6000 mil litros diários de água no máximo e já seria uma boa sugestão de coleta para escolas.

O normal são precipitações mais baixas, as quais mesmo baixas se multiplicam na coleta em função do telhado. Ou seja, captar 200 litros de água com baixas precipitações em um telhado de $80 m^2$ não é raro. Uma escola pode gastar em média como vimos acima, a variação entre 63 a $93 m^3$ de água, isso significa dizer que em uma escola com $82 m^2$ de telhado capta o suficiente para se abastecer por 1 mês $82 m^3$ de água, ou seja, seu consumo total se há uma precipitação de $100 mm$. Mesmo em precipitações como de $5 mm \times 82 m^2$, há um aproveitamento de 410 litros de água.

A pluviosidade não ocorre com 100 ou 200 mm diários, uma vez que é uma quantidade de água muito grande. Ela ocorre com índices bem menores e a soma total gera os grandes valores do mês. As calhas facilitam a captação podendo compensar a baixa pluviosidade diária, e assim ser possível encher os barris a cada chuva que ocorra.

B DESPERDÍCIO NA TORNEIRA OU CANOS

A figura 18 nos mostra como uma grande quantidade de água é desperdiçada em função de vazamentos, seja na torneira ou em tubulações. A quantidade de água desperdiçada pode chegar a ser o total de água consumida em um estabelecimento que não tem vazamentos.

Figura 18 - Quantidade de água desperdiçada em vazamentos.



Figura 18 - Desperdiço de água na falta de cuidado e regulagem.

Existem testes simples que facilitam a verificação da existência de vazamentos em residências. Os vazamentos nas válvulas ou nas caixas de descarga podem ser detectados com os seguintes testes (MARINOSKI, 2007):

- Teste da cinza do cigarro: Jogar cinza de cigarro no vaso sanitário. O normal é a cinza ficar depositada no fundo da mesma. Em caso contrário, é sinal de vazamento na válvula ou na caixa de descarga.
- Teste para hidrômetros: Para checar se há vazamento entre o hidrômetro e a caixa d'água, abre-se o registro do hidrômetro fechando a boia da caixa até interromper o fluxo de água. O hidrômetro deve ficar parado provando a ausência de vazamento.
- Teste para caixas d'água: Para verificar se há vazamento entre a caixa e as instalações internas do imóvel, fecha-se a boia marcando o nível da água na caixa. Todas as torneiras e chuveiros são fechados e não utilizados por uma hora. Após isso, o nível de água na caixa deve estar inalterado, caso contrário, há vazamento.
- Teste para canos: Ao fechar o registro do cavalete de entrada da água na casa, abre-se uma torneira alimentada diretamente pela rede de água, por exemplo, a do jardim ou a do tanque; e espera-se até escoamento completo. Coloca-se um copo cheio d'água na boca da torneira; se houver sucção da água do copo pela torneira, é sinal que existe vazamento no cano.
- Fechar o registro no período das férias na escola e verificar se a caixa de água está esvaziando.

Sugestão da escola Tulio de França: nos meses de férias, desligar o registro de entrada de água, pois ao retornar, se as caixas estiverem vazias significa que está havendo vazamentos. Esta é uma forma simples de verificar este fato. Depoimento do Diretor:

Este procedimento foi realizado em outro estabelecimento de ensino, onde fui diretor. Como a conta de água sempre apresentava alto consumo quando comparados com outras escolas de mesmo porte, resolvemos fechar todos os registros de entrada durante as férias. No retorno verificou-se que as caixas de água estavam vazias, que comprovava os constantes vazamentos. Naquele caso a solução foi reformar os banheiros trocando os mictórios coletivos por mictórios individuais (vasos). Os alunos abriam o registro e deixavam vazando. Trocamos as válvulas de descarga também, algumas só os reparos. O dinheiro empregado foi do PDDE (Programa Dinheiro Direto na Escola) e a conta reduziu-se à terça parte do que gastávamos. Fechar os registros durante as férias é coisa bem simples e parece brincadeira, mas dá resultado. Diretor Divair Dalmas.

7 MONTANDO SEU PLUVIÔMETRO

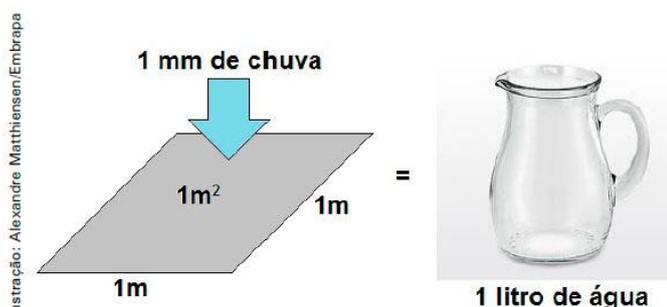
A medição da quantidade de chuva de um determinado local é dada através do índice pluviométrico. Consiste numa medição em milímetros. Cada mm do pluviômetro corresponde a 1 litro de água que caiu em uma área de 1 metro quadrado (Engormix).

Figura 19 - Pluviômetro.



Fonte: Brasil Escola.

Figura 20 - 1 mm de chuva equivale a 1 litro de água em 1 m².



Fonte: Engormix.

Materiais para a construção de dois tipos de pluviômetro

Modelo 1

- Garrafa Pet lisa
- Tesoura
- Fita adesiva transparente
- Régua de plástico
- Areia
- Cimento

Fonte: The imagination tree.



Modelo 2

- Garrafa Pet lisa
- Tesoura
- Régua
- Canetinha (tinta a prova d'água)
- Pedras pequenas
- Clipes

Fonte: Kirsten Pisto/Woodland Park Zoo.



Construindo um pluviômetro:

1° - Corte a parte de cima da garrafa logo abaixo onde termina a curva, fazendo assim um funil como mostra a figura.

Figura 21 – Corte da parte superior da garrafa.



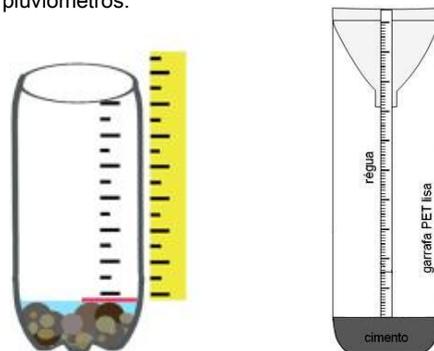
Fonte: MetService.

No caso do outro modelo, coloque as pedras na parte irregular e começar a medir a água da chuva através de uma marca que deve ser feita na garrafa indicando o local que está com formato cilíndrico.

2° - Misture a areia com cimento e coloque um pouco de água, formando uma massa, sem deixar ficar muito aguado. Coloque no fundo da garrafa para preencher a parte irregular da garrafa (sem forma cilíndrica).

Este cimento deve ficar liso, pois a medida da água da chuva só começa a ser contada a partir da superfície cilíndrica.

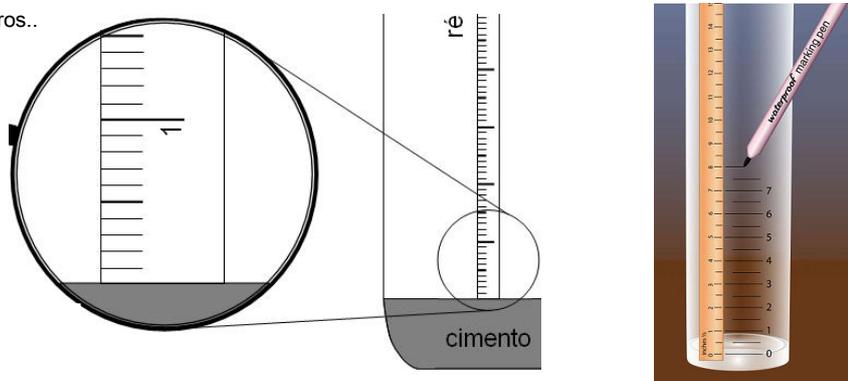
Figura 22 – Locais que indicam o início de medição nos dois tipos de pluviômetros.



Fonte: Woodland Park Zoo, SempreSustentável.

3° - Prenda a régua verticalmente do lado de fora da garrafa com a fita adesiva, de maneira que o zero da régua fique exatamente rente à superfície do cimento. Ou marque com caneta colorida a parte de fora da garrafa, com auxílio de uma régua indicando os milímetros e centímetros. OBS: a tinta da caneta deve ser a prova de água.

Figura 23 - A partir da região da garrafa com formato cilíndrico regular inicia-se a marcação de milímetros e centímetros..



Fonte: Sempresustentavel.

4° - Coloque o funil na boca da garrafa, cole ou prenda com grampos.

Para a maior eficiência do pluviômetro, é ideal instalá-lo em campo aberto e pelo menos a 1,5m de altura.

Modelo 1



Fonte: Sempresustentavel.

Modelo 2



Fonte: Kirsten Pisto/Woodland Park Zoo.

8 MÉTODOS DE FILTRAÇÃO

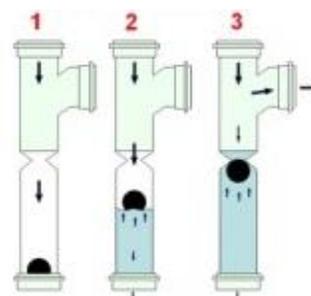
Existem vários métodos para filtrar a água da chuva. A filtração da água de chuva é importante, pois pode comprometer as tubulações e o reservatório, e muitas vezes, ao invés de ter uma água “limpa” se tem uma água suja com barro, galhos, folhas, insetos, etc. Um método simples e eficaz está descrito abaixo.

Método da “bolinha”

A figura 24 mostra esquematicamente como funciona. A primeira água que desce da calha cai primeiramente no reservatório para limpeza (pode ser bem menor do que o representado). Quando o reservatório se enche, a bolinha que deve ser de plástico para flutuar (ou outro material flutuante), vai subir com a água e irá ficar presa entre o reservatório que recebeu a primeira água e o cano que conduz a água para o reservatório principal. Para que a bolinha fique presa é necessário que a estrutura que liga o cano ao reservatório de limpeza tenha diâmetro menor que o da bolinha (ELETROSUL, 2011). O reservatório deve ser aberto após a entrada da água suja para novas coletas. Outro exemplo é o da figura 25, que faz limpeza de materiais grosseiros como folhas, insetos, galhos, etc.

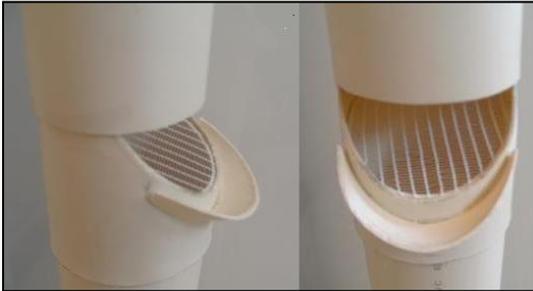
Figura 24 – Separador padrão de águas de chuva de baixo custo.

Filtros para água potável, consultar website:
www.eletrosul.gov.br/casaeficiente/br/home/conteudo.php?cd=51



Fonte: Sempresustentavel.

Figura 25 - Separador da primeira água de chuva

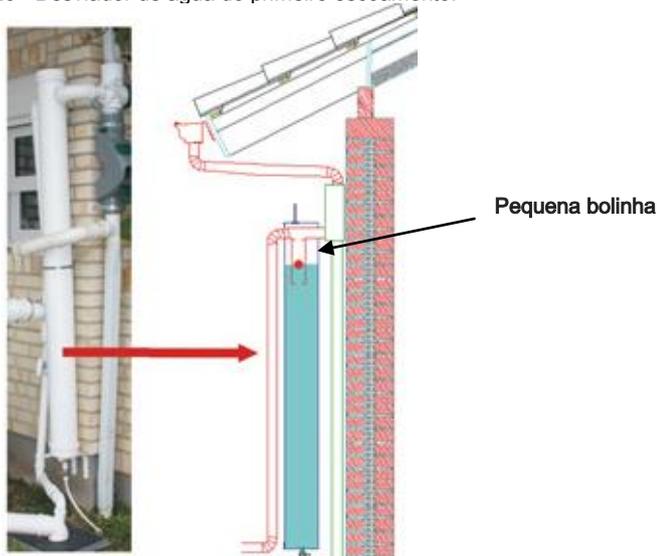


Fonte: epc.lab.fisica.zip.net/

Consulte o site: epc.lab.fisica.zip.net/

Nele você irá encontrar como fazer o filtro com bolinha e um filtro com tela mosquiteiro

Figura 26 - Desviador de água do primeiro escoamento.



Fonte: Eletrosul, 2010.

Figura 27 - Filtro de sólidos



Fonte: epc.lab.fisica.zip.net/

9 TRANSBORDAMENTO DA CISTERNA PELO EXCESSO DE CHUVA

Para evitar o transbordamento da cisterna é necessário um sifão ladrão. Pode ser desde um equipamento que é comprado (verificar adaptabilidade à cisterna que está utilizando e capacidade vazão do sifão) até um pequeno orifício no alto da bombona ou cisterna (Sempre sustentável).

Através deste orifício o excesso de água vai ser descartado. O orifício deve ter tamanho apropriado à vazão (tamanho da cisterna) e uma canalização conveniente. É importante que esta água que é descartada seja encaminhada adequadamente até seu trajeto final para evitar formação de buracos ou processos erosivos em torno da cisterna (Wikihow).

O transbordamento regular da cisterna é importante para a qualidade constante da água, evitando um possível “apodrecimento” da água. A lâmina flutuante com pólen e poeira poderia tampar a superfície até o ponto de impedir a penetração de oxigênio na água, o que poderia desencadear um processo de deterioração anaeróbio.
Technik Filtersysteme, 2012.

Figura 28 - Sifão ladrão.



Fonte: Eletrosul, 2010.

10 TRATAMENTO DA ÁGUA PLUVIAL

As águas pluviais podem ser tratadas pela mesma cisterna ou bombona que a coleta. O tratamento garante a qualidade necessária para fins potáveis. São quatro formas básicas de tratamento possíveis:

Fervura – prática pouco comum e que requer alto consumo de energia;

Filtragem - filtros comerciais ou confeccionados com materiais simples como areia, carvão e pedra.

SODIS - processo que expõe a água ao sol durante algumas horas por dia.

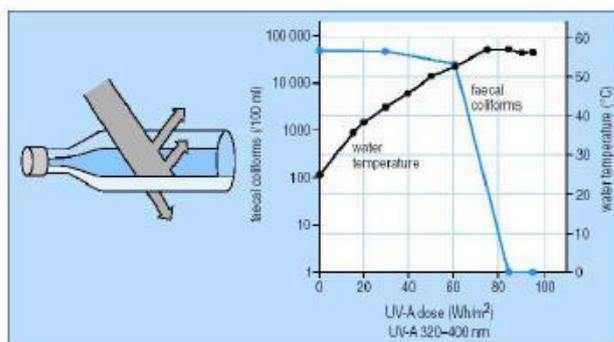
Cloração - aplicação de cloro à água.

Carvão ativado – remoção físico química de poluentes.

Todas estas formas de tratamento são garantidas e suficientes para a potabilidade da água da chuva.

Purificação de água pelo Sol – SODIS. O SODIS é um método que utiliza a temperatura e a radiação ultravioleta do sol, para eliminar bactérias e microrganismos, desinfetando, assim, a água. A eficácia do método já foi comprovada pela Organização Mundial de Saúde. Comparando com outros métodos de purificação, o SODIS tem a vantagem de não alterar o sabor da água, além de poder ser feito sem custo e exigir pouco trabalho (EAWAG, 2002).

Figura 29 - Método SODIS.



Fonte: labspace.open.ac.uk/.



Fonte: Taringa.net

Saiba mais:

www.sodis.ch/methode/anwendung/ausbildung_gsmaterial/dokumente_material/manual_p.pdf



Eawag, 2002.

Além destes tipos de tratamentos há dois outros muito eficientes para potabilidade

Cloração

Desinfecção biológica ou orgânica: dependendo do uso da água é necessário se proceder sempre a uma desinfecção tanto para manter um residual de cloro como para habilitá-la ao contato humano e animal. Diversas doenças são transmitidas pela água: a Cólera, a Gastroenterite, a Hepatite, a Disenteria Bacilar, a Poliomielite, Febre Tifoide e a Paratifoide. A desinfecção é necessária logo após a pré-filtração diretamente no tanque, e especialmente se forem consumidos por seres humanos ou animais. Se a aplicação/uso da água de chuva for para irrigação e outros usos que não envolvam o contato humano, a desinfecção pode não ser necessária (SCHMIDT, 2011).

O cloro é comumente adicionado à água potável como um desinfetante, para induzir um ambiente oxidativo, a fim de eliminar os agentes patógenos e desativar os compostos orgânicos. O equilíbrio que o cloro desenvolve na solução aquosa forma o íon ClO^- , que confere à água um sabor indesejável (SCHMIDT, 2011).

O cloro é um desinfetante eficaz para bactérias e vírus, e está bem situado em uma comparação com a eficiência ozônio e dióxido de cloro, enquanto que a cloramina é menos eficiente. No entanto é menos eficaz contra o *Cryptosporidium parvum* e *Giardia lamblia* que o dióxido de cloro ou ozônio (SCHMIDT, 2011).

Uma consequência indesejável do emprego do cloro na desinfecção da água é a formação de subprodutos com efeitos potencialmente prejudiciais para a saúde em longo prazo. Esta situação será discutida mais adiante ao se comentar sobre a necessidade associada de utilizar o filtro de carvão ativado, o qual tem poder de remover o cloro remanescente na água.

Primeiramente, a água de chuva em termos de qualidade é considerada: uma água de chuva de telhado, desde que não haja poluição no ar apresenta os mesmos padrões de potabilidade que uma água de torneira residencial pelos padrões da legislação, segundo a Instrução Normativa Nº 62, de 26 de agosto de 2003, a Portaria Nº 518/04, do Ministério da Saúde, e a Resolução CONAMA Nº 357/05 (NATURALTEC).

Purificação da água à base de cloro:

O quadro abaixo contém dosagens diferenciadas em função do produto à base de cloro (hipoclorito de sódio) a serem utilizadas em função do volume de água a ser desidratado. Alerta-se para a recomendação de que se deve aguardar no mínimo 30 minutos para consumir a água.

É recomendável desinfetar pequenos volumes de água, o suficiente para atender à família por poucos dias (CBan).

Quadro 3 - Dosagens para cloração da água.

Volume de água	Hipoclorito de Sódio a 2,5%		Tempo de contato
	Dosagem	Medida prática	
1 litros	0,045 mL	2 gotas	30 minutos
20 litros	2 mL	1 colher de chá	
200 litros	15 mL	1 colher de sopa	
1.000 litros	100 mL	2 copinhos descartáveis de café	

Fonte: CBan.

A cloração é uma das formas mais eficientes para tratamento da água, impedindo a proliferação de muitas doenças infecciosas (SCHMIDT, 2011).

Cloro líquido: o cloro líquido é o tipo mais usado na indústria e normalmente aplicado com bombas dosadoras como no esquema abaixo. As bombas dosadoras para aplicação de hipoclorito de sódio a 10-12% de cloro devem ser

resistentes ao ataque oxidante do cloro. A dosagem de piscina no mínimo de 0,5 ppm, e água potável, mínimo de 0,2 ppm (Snatural).

Quadro 4 - Compostos usados para tratamento de água.

Composto	Padrão	Efeitos sobre a saúde
Flúor	0,6 a 0,8 mg/L	Proteção dos dentes das crianças contra as cáries.
Cloro	Mínimo de 0,2 mg/L	Agente bactericida; desinfecção de água.

Fonte: Natural tec.

Para os estabelecimentos que preferem utilização de cisternas para fins potáveis, o tratamento da água é obrigatório e este tratamento torna mais eficiente o aproveitamento de água.

Existe no mercado diversos modelos de cloradores. A cloração pode ser feita ainda por equipamentos que dependendo do modelo de cisterna ou volume de água coletada devem ser criteriosamente escolhidos.

Figura 30 – Cloradores e bomba dosadora de cloro, a mesma usada em piscinas.



Filtro de carvão ativado

Consiste no tratamento físico-químico. Este tipo de carvão é obtido a partir da queima controlada com baixo teor de oxigênio de certas madeiras, a uma temperatura de 800 °C a 1000 °C, tomando-se o cuidado de evitar que ocorra a queima total do material de forma a manter sua porosidade. Possui a propriedade de aderir ou reter em sua superfície um ou mais componentes (átomos, moléculas, íons) do líquido que está em contato com ele. Este fenômeno é denominado “poder adsorvente”. A adsorção é a responsável por purificar, desodorizar e desclorar a água, líquidos ou gases que entram em contato com o elemento adsorvente. O carvão ativado é caracterizado por possuir uma grande superfície específica (ao redor de 500 a 1500m² por grama) com uma infinita quantidade de poros muito finos que são os que retêm (adsorvem) certos compostos não desejados. São as altas temperaturas, atmosfera especial e a injeção do vapor do processo de fabricação do carvão ativado, que faz com que “ative” e crie porosidade. A densidade volumétrica do carvão ativado é um dos principais fatores para maximizar a remoção de cloro e das demais substâncias. Na filtração é importante saber o tamanho das partículas: por exemplo, um filtro de areia funciona para partículas de 5 a 25 micra e acima, não vai retirar bactérias e vírus com tamanho entre 0,1 e 10 micra (SCHMIDT,

2011). Há diversos tipos de filtros no mercado que podem chegar até 0,22 micra. Lembre-se de que os microrganismos são desativados pela ação do cloro. Exceto os dois protozoários listados. Abaixo, seguem alguns exemplos de dimensões em micra de partículas.

Os filtros de carvão ativado podem ser fabricados para a remoção dos seguintes contaminantes (SCHMIDT, 2011):

- Compostos inorgânicos;
- Cloro;
- Alguns metais (cromo, mercúrio, chumbo);
- Taninos;
- Compostos Orgânicos;
- Cloraminas;
- VOC (compostos voláteis orgânicos);
- Causantes da cor;
- Causantes do mau sabor;
- Trihalometanos.

Consulte, para outras formas de conservação do meio ambiente por meio do carvão ativado: www.youtube.com/watch?v=-igepZwO8r4.

Quadro 5 - Escala de tamanho entre diferentes partículas.

Partícula	Tamanho (micra- μ)
Açúcar	0,001
Clorofila	0,005 – 0,01
Asbestos	0,05 – 1
Negro de Fumo	0,01 – 0,3
Vírus	0,1
Bactérias	0,2 – 10
Pó Fino	0,4 – 100
Talco	0,5 – 55
Argila	Menor que 2,5
Silte	2 – 19
Carvão Pulverizado	4 – 500
Glóbulo Vermelho	5
Algas Unicelulares	10,0
Cabelo	30 – 175
Partículas visíveis	Maior que 55
Areia de Praia	Maior que 95
Pó de cimento	3 – 100
Areia Fina	19 – 225
Areia Grossa	Maior que 225
Carvão Ativado Granular	Maior que 225

Fonte: Snatural.

Abaixo temos um modelo de filtro comercial que pode ser acoplado a uma torneira qualquer ou a um tubo de pvc de um coletor. Um filtro pode custar de 15 a 300 reais, ou mais, dependendo da vazão de água necessária e outras características.

Figura 31 - Filtro de carvão ativado 0,65 micra.

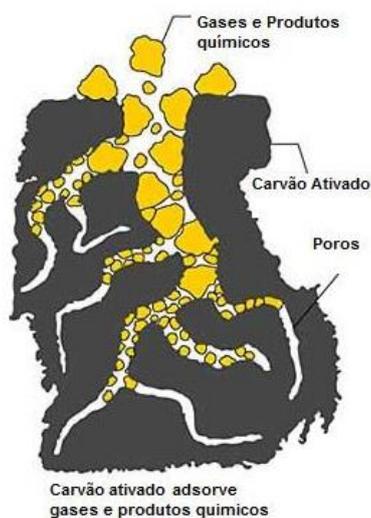


Fonte: Beckins.

Muitos filtros têm especificações quanto à pressão que o carvão pode suportar bem como vazão. Como no caso de um filtro caseiro ou mesmo um comercial, o uso será com o filtro via torneira ou mangueira, e neste último caso com ou sem bomba de água, a vazão e pressão aplicada no carvão é proporcional a vazão destes equipamentos em L/s e kgf/cm² (SABESP; SCHMIDT 2011). Entendemos que o uso para água potável será via filtro e como o consumo não demanda tanta pressão será realizado via torneiras ou chuveiros no máximo.

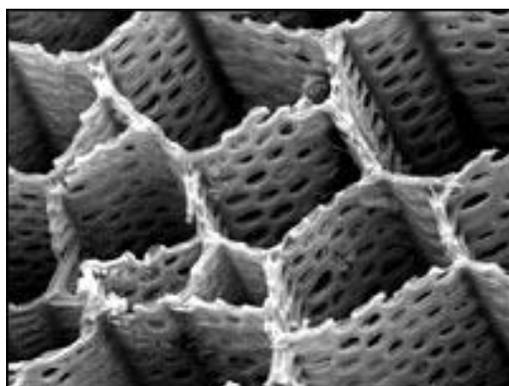
Figura 32 e 33 - Vista do carvão ativado microscopicamente:

Carvão Ativado | Carbonat



Fonte: Snatural.

Consulte: www.ehow.com.br/regenerar-carvao-vegetal-ativado-como_64155/ para regenerar seu carvão ativado.



Fonte: BBC News.

www.youtube.com/watch?v=zaI0pp1o53A. Este vídeo mostra como montar um filtro caseiro. Apenas não esquecer que após montar o filtro, usar água para limpar os resíduos dos materiais, e é preferível ao invés de colocar o clorador depois da filtração física química, colocar antes uma vez que o uso do filtro é justamente para remover o cloro e organismos mortos pelo mesmo (youtube.com).

No vídeo do [link laranja](#) temos um exemplo de filtro caseiro para bombona ou cisterna simples, que pode ser adaptado e construído em diversos tamanhos conforme a necessidade. Na figura acima, o filtro não fica acoplado às estruturas da cisterna, ele será acoplado ao momento final de distribuição da água, e no caso para os fins potáveis, na torneira.

11 CAIXAS E TELHADOS DE AMIANTO

O amianto ou asbesto é uma fibra cancerígena obtida via parte fibrosa da rocha que é composta basicamente por silicato de magnésio. Foi utilizada largamente para construção de caixas de água e telhados. Deve-se evitar a utilização de materiais que possuam este composto na sua constituição, principalmente pelo fato de que a prática de coletar água de chuva tem como principal fonte da mesma, o telhado. Ou seja, não é viável nem permissível fazer coleta se o telhado de sua escola possui amianto na constituição. Caso contrário estaria expondo a água ao contato com esta substância cancerígena e causadora de outras graves doenças. A água se torna carreadora da substância e mesmo para fins não potáveis, a substância que se encontra na água sob a forma de pó, pode vir a contaminar um ambiente. São Paulo, por exemplo, já possui a lei 12.684/2007, que proíbe o uso do amianto para fabricação de alguns itens, como os já mencionados acima (ABREA, 2011).

Para saber mais consulte
www.abrea.org.br



Fonte: RCM Farma.

Figura 35 - Caixa de amianto e caixa de polietileno.



Fonte: Snatural.

Figura 36 - Amianto e agravamentos para saúde.

A MALDIÇÃO DO AMIANTO

O amianto é um minério de estrutura fibrosa e propriedades especiais que fica encravado em rochas. Para retirá-lo, é necessário o uso de dinamites. O Brasil está entre os cinco maiores produtores mundiais de amianto. Atualmente, o país usa amianto em mais de três mil produtos. Os principais são os seguintes:

Na casa

Telhado e caixa d'água — Juntamente com o cimento, são os dois produtos mais fabricados no Brasil à base de amianto. Devido à iminência da proibição do uso desse minério no Brasil, a indústria da construção civil estuda tecnologias alternativas para substituição do amianto. É muito usado também em revestimentos de tubulações e aquecedores térmicos

Na cozinha

Papéis e papelões — Ao misturar amianto a resinas ou grafites, obtém-se um papel laminado que é ótimo isolante térmico. Geralmente é usado para conservar alimentos na geladeira. E como forro, no fogão, para protegê-lo da gordura. Alguns cozinheiros usam para embalar a carne, antes de levá-la ao forno. É muito usado ainda em chapas de metal conhecidas como chapex

No carro

Produtos de fricção — Essa categoria inclui pastilhas e lonas de freios, além de cabos para embreagem de carros, caminhões, trens e guilhotinas. Encontra-se também nos seguintes componentes de carros: massas anti-ruidos, juntas de cabeçote do motor e filtro de óleo. É eficiente porque a fibra do amianto resiste a temperaturas altíssimas

No banheiro

Maquiagem — A indústria de cosméticos descobriu que o amianto é uma ótima matéria-prima para fabricação de pó compacto, talco, batom e base destinada a peles oleosas. Ontem, a Anvisa recebeu um pedido de uma organização não-governamental para suspender o uso do amianto nesses produtos

No guarda-roupa

Produtos têxteis — Os tecidos feitos à base de fios de amianto são flexíveis e resistentes ao fogo e ao choque elétrico. Por conta disso, a indústria têxtil fabrica diversas roupas especiais para bombeiros e profissionais que atuam diretamente com eletricidade. Estilistas também estão usando em roupas descoladas

38 países já baniram o uso do amianto

No Brasil, **216 empresas** declararam ao Ministério do Trabalho que usam amianto em fabricação de produtos

Cerca de **20 mil pessoas** trabalham diretamente com o minério

2,5 mil trabalhadores recebem indenização trabalhista no país por conta de sequelas do uso contínuo de amianto

As doenças mais comuns provocadas pelo contato permanente com o amianto

Asbestose
Trata-se da mais frequente entre as doenças terminais provocadas pelo amianto. Nesse caso, as fibras do mineral entram pelo nariz, alojam-se nos pulmões e, aos poucos, vão virando pedra. Essa doença é crônica, progressiva e irreversível. Não existe tratamento. Como sintoma, o paciente fica com dificuldade para respirar e excessivamente cansado. A asbestose chega a comprometer 75% da capacidade dos pulmões

Câncer de pulmão
A exposição ao amianto aumenta em até dez vezes a possibilidade de se ter essa doença. O câncer de pulmão provocado pelo amianto é um tumor agressivo, que geralmente se espalha pelos rins, ossos e chega até o cérebro. O tratamento, feito com quimioterapia, também é agressivo e doloroso

Mesotelioma
É um tipo de câncer raro que afeta a pleura, membrana que reveste os pulmões. É causado apenas pelo amianto. O paciente sente falta de ar e dor aguda no peito. O tratamento é o mesmo feito para câncer de pulmão, mas a cura é quase impossível. Depois do diagnóstico, a sobrevida nunca é superior a dois anos

Arte: Rubens Paiva e Lucas Peltier

Fonte: Instituto Paracleto.

Figura 34 - Telhas e caixas: Na medida em que o material vai envelhecendo, vai liberando para o ambiente, fibras e material particulado (ABREA, 2011).



Fonte: Ehow.

Figura 37 - A parte branca da rocha é utilizada para extração do amianto.

Figura 38 – Fibras de amianto.



Fonte: Brasil escola.

12 VANTAGENS NA COLETA DE ÁGUA PLUVIAL

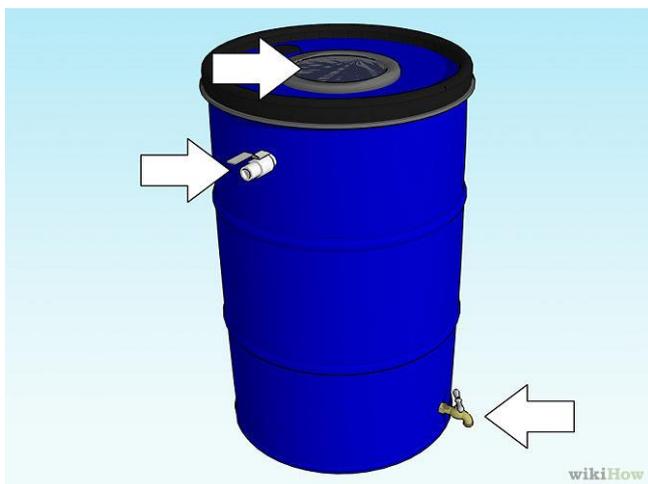
- ☑ Aproveitamento de uma nova fonte de água, livre de cobrança;
- ☑ Consumo energético muito menor;
- ☑ Economia de água e de recursos financeiros;
- ☑ Baixo impacto ambiental;
- ☑ As tecnologias disponíveis são flexíveis;
- ☑ Complementa o sistema convencional;
- ☑ Reserva de água para situações de emergência ou interrupção do abastecimento público;
- ☑ Conveniência (o suprimento ocorre no ponto de consumo);
- ☑ Fácil manutenção;
- ☑ Baixos custos de operação e manutenção;
- ☑ Qualidade relativamente boa (principalmente quando a captação é feita em telhado);
- ☑ Utilização de estruturas existentes na edificação (telhados, lajes e rampas);
- ☑ Água com qualidade aceitável para vários fins com pouco ou nenhum tratamento;
- ☑ Acompanha iniciativas ambientais já adotadas em países desenvolvidos tanto do ponto de vista político como econômico.

Fonte: Marinoski, 2007.

Além destas vantagens a utilização da água pluvial promove, se for realizada em larga escala, redução do volume de chuvas em bueiros diminuindo enchentes urbanas causadas por chuva (sem presença de rios), e em regiões de escassez de água promove aumento do recurso.

No Atlas Brasil: Conjuntura dos Recursos Hídricos 2013, se pode observar problemas no Paraná relacionados a estes fenômenos em 2012, 10 municípios do estado sofreram enchentes, alagamentos, enxurradas e inundações em consequência das chuvas, e 142 municípios tiveram problemas com secas e estiagens.

13 PRODUZINDO SEU COLETOR DE ÁGUA DE CHUVA



MATERIAIS

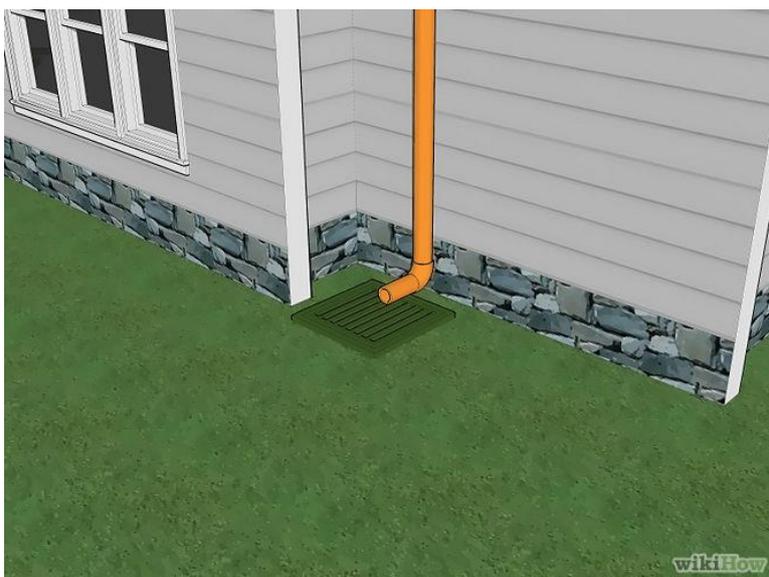
- Barril;
- Tela com pouco espaço entre os fios;
- Torneira;
- Válvula registro;
- Fita veda-juntas;
- Selante à prova d'água.

FERRAMENTAS

- Furadeira;
- Serra tico-tico.

COMO FAZER

1º Passo: encontre o local ideal para instalar seu coletor

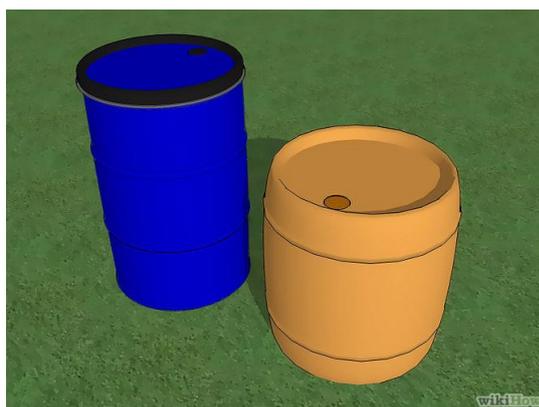


Esse passo pode ser mais difícil do que parece. É preciso atentar ao tipo de solo do terreno, já que um barril cheio pode pesar mais de 200 quilos.

2º Passo: defina o tamanho do barril

O tamanho pode variar de acordo com a quantidade e demanda de água. Em média, são usados coletores de 200 litros.

Fonte: Wikihow, 2014.



3º Passo: escolha o tipo de barril



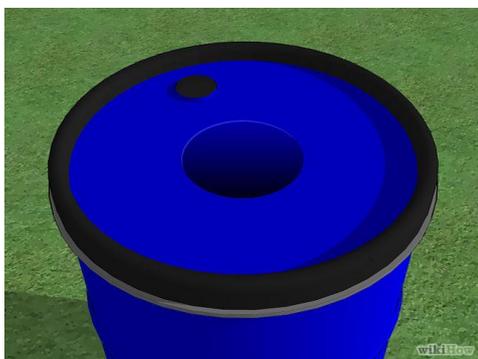
Os barris podem ser de plástico, de borracha ou até mesmo de madeira ou metal. No caso dos barris de madeira, eles oferecem um aspecto mais rústico ao seu sistema, porém, os mais eficientes acabam sendo os de plástico ou de borracha.

4º Passo: limpe bem a parte interna do barril

É importante que os barris sejam vedados e tratados para não soltar nenhum tipo de substância na água.

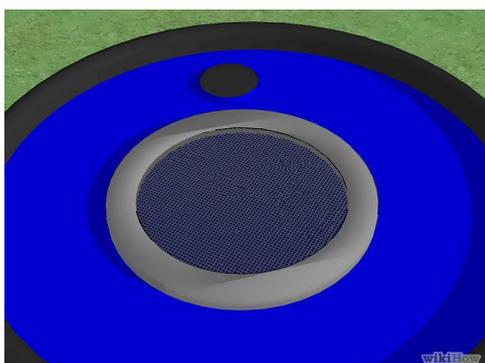


5º Passo: faça um furo na parte superior do barril



Use a serra tico-tico para fazer um furo com o diâmetro suficiente para receber a água da calha. Geralmente, 15 centímetros são suficientes para a passagem de água.

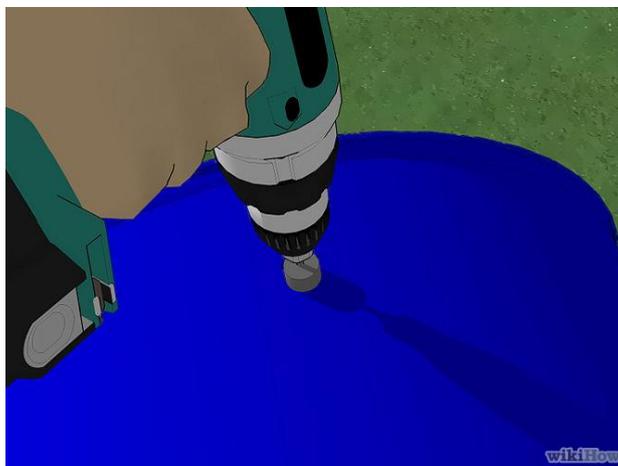
6º Passo: instale a tela no furo do barril



A tela coletora será importante para que detritos como folhas e outros resíduos não entrem em seu coletor. É importante que a tela não tenha treliças de metal, pois podem enferrujar, e que sua abertura seja bem pequena. Com isso, insetos também ficaram de fora do barril.

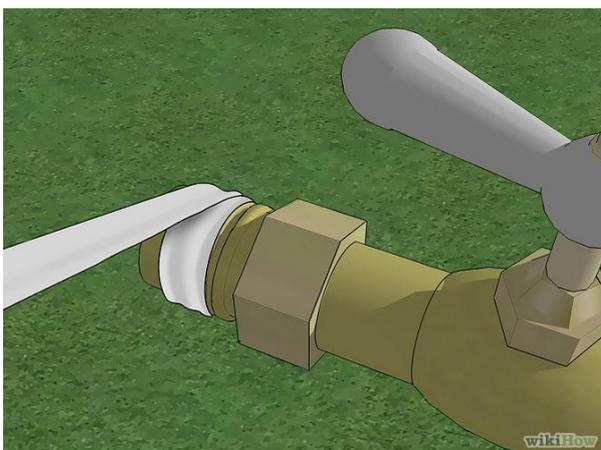
7º Passo: instale a torneira

Faça um furo a uma altura baixa o suficiente para caber um balde embaixo. Com a furadeira, faça uma abertura de cerca de 2 cm. Ela deverá ser suficiente para a instalação da maioria das torneiras para jardim.

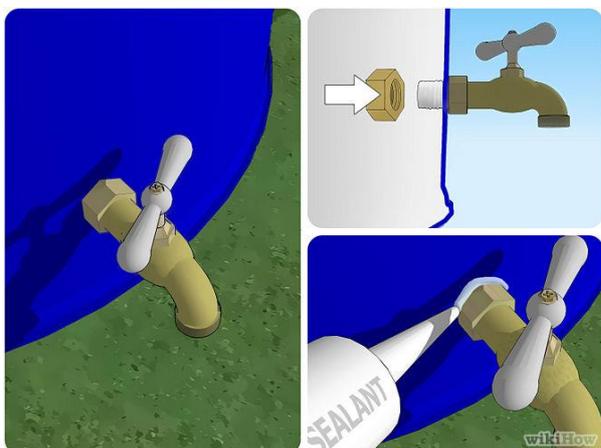


8º Passo: vede a torneira

Utilize a fita veda-juntas para evitar o vazamento de água pela abertura da torneira.

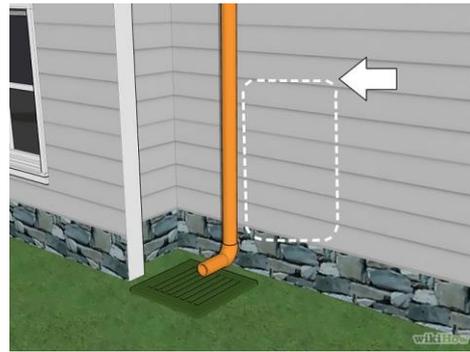


9º Passo: encaixe a torneira e a vede por fora



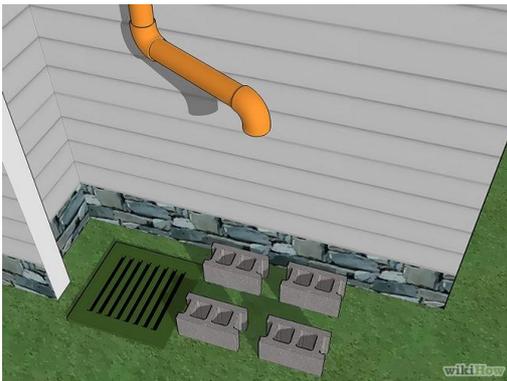
Atarraxe a torneira na abertura e utilize o selante para deixar a torneira ainda mais segura.

10º Passo: faça um suporte



11º Passo: remova o excesso do cano

Caso o cano que desce da calha não esteja do tamanho correto para ser encaixado no coletor, corte ou retire o excesso e o direcione diretamente para a abertura do barril.



Defina a altura que o barril será instalado e crie um suporte embaixo para que a altura seja ideal para encher um balde. Blocos de concreto pode ser uma ótima opção.

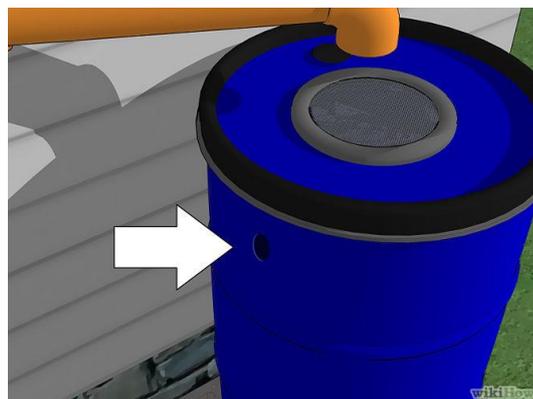
12º Passo: coloque o barril no suporte

Agora com o barril quase pronto e o local de instalação preparado, suba o coletor até o suporte. Verifique se o barril está equilibrado.

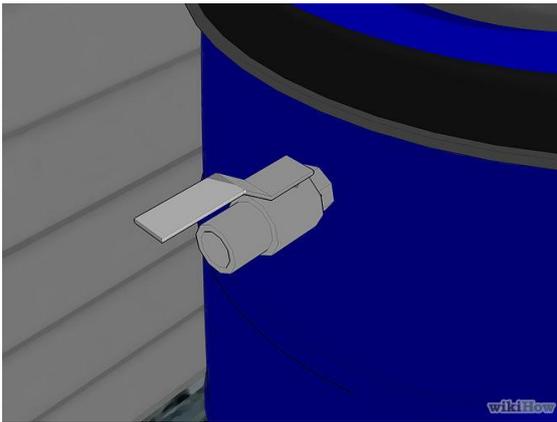


13º Passo: faça um ladrão

Faça um furo na lateral do barril na parte superior. Essa abertura fará com que o excesso de água seja liberado do barril.



14º Passo: encaixe a válvula



Instale a válvula na abertura lateral superior.

15º Passo: leve a água em excesso até o ralo



Com uma mangueira pequena, encaixe uma extremidade na válvula do ladrão, e a outra, coloque em direção ao ralo.

16º Passo: Seu coletor está pronto.



14 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A quantidade de escolas que apresentam coletores de água de chuva ainda é pequena diante do grande número de instituições de ensino. Nosso estado possui junto aos estados vizinhos o maior uso de recursos hídricos do país, e a disponibilidade de água ainda é suficiente para atender toda a demanda de água necessária para o abastecimento das grandes cidades (BRASIL, 2013). No entanto, embora haja abundância de recurso, a água pode ser objeto de economia nas escolas através dos coletores de água de chuva. Esta gestão do recurso via coletores se dá pela participação ativa das instituições de ensino como unidades gestoras na administração pública, em que são beneficiados tanto os usuários do próprio estabelecimento como indiretamente o entorno escolar, a comunidade da região, do município, estado e de modo geral, o país.

A grande pluviosidade de nosso estado possibilita o uso dessa tecnologia sustentável para diversas finalidades potáveis e não potáveis. Ao se pensar em implantar um coletor de água de chuva em sua escola é importante antes verificar qual a finalidade de uso do mesmo, pois planejar a utilização da água implica também em saber o quanto de água será necessário bem como a escolha dos itens mais adequados a este uso. O uso de água de chuva pode estar ligado desde os fins não potáveis como calçadas, quadras, pátios, entre outros, os quais são necessários apenas o coletor e uma torneira (caso esteja localizado na proximidade do local de uso), até podendo ser teoricamente possível substituir toda a água consumida das concessionárias pela água de chuva, mas para isso tem-se maior gasto e manutenção dos procedimentos exigidos para captação e tratamento desta água e um planejamento neste sentido é imprescindível.

Muitas das etapas de implantação do coletor podem ser trabalhadas com os alunos em várias disciplinas do currículo, de modo interdisciplinar e multidisciplinar. Esta aproximação com os estudantes gera a percepção crítica frente aos temas do meio ambiente e desenvolvimento sustentável, a qual se projeta futuramente para todos os setores da sociedade onde estes cidadãos estarão inseridos.

REFERÊNCIAS

- ABREA. **Amianto ou Asbesto: o inimigo mortal que ronda nossas vidas**. São Paulo, 2011.
- BBC NEWS. **Charcoal reveals wildfire history**. Disponível em: <<http://news.bbc.co.uk/2/hi/science/nature/5180924.stm>>. Acesso: 06 ago 2014.
- FILTROS INDUSTRIAIS BECKINS. **Catálogo para Tratamento de Água**. São Paulo, 2013.
- BRASIL. Agência Nacional de Águas. **Conjuntura dos Recursos Hídricos do Brasil 2013**. Brasília, 2013.
- BRASIL ESCOLA. **Cálculo do volume de chuvas**. Disponível em: <<http://www.brasilecola.com/matematica/calculo-volume-chuvas.htm>>. Acesso: 18 jun 2014.
- CANAL DO EDUCADOR. **Construção de um Pluviômetro**. Disponível em: <<http://educador.brasilecola.com/estrategias-ensino/construcao-um-pluviometro.htm>>. Acesso: 18 jun 2014.
- CBAN. **Características da água apropriada para consumo humano**. Disponível em: <<http://www.cban.com.br/v2/?p=388>>. Acesso: 25 jul 2014.
- CORDOVA, Marcelo Marcel. **Aperfeiçoamento do programa computacional Netuno: análise econômica**. Florianópolis, 2009.
- EAWAG – SANDEC. **Solar water disinfection: A guide for the application of SODIS**. Dübendorf, 2002.
- ECV – **Águas pluviais: instalações Prediais**. Florianópolis - UFSC.
- EHOW. **Identificação de tetos de amianto**. Disponível em: <http://www.ehow.com/how_5026502_identify-asbestos-ceiling.html>. Acesso: 30 jul 2014.
- ELETROSUL. **Casa Eficiente: Sistema de aproveitamento de água pluvial**. Disponível em: <<http://www.eletrosul.gov.br/casaeficiente>>. Acesso: 16 jun 2014.
- EMBRAPA. **Manejo da água armazenada em cisterna**. Petrolina, 2008.
- ENGORMIX. **Aproveitamento da água da chuva na produção de suínos e aves**. Disponível em: <<http://pt.engormix.com/MA-avicultura/artigos/p0.htm>>. Acesso: 10 jun 2014.
- EPC, CEFETMG. **Sistema de aproveitamento de água pluvial: filtro de sólidos**. Disponível em: <<http://epc.lab.fisica.zip.net>>. Acesso: 23 jun 2014.
- FASOLA, Gabriel B. **Potencial de economia de água em duas escolas em Florianópolis, SC**. Scielo, 2011.
- INSTITUTO DAS ÁGUAS DO PARANÁ. **Relatório de alturas mensais de precipitação**. Disponível em: <<http://www.aguasparana.pr.gov.br>>. Acesso: 19 jun 2014.
- INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Precipitação Média Anual**. Disponível em: <<http://www.iapar.br>>. Acesso: 20 jun 2014.

MARINOSKI, Ana Kelly. **Aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis em instituições de ensino: estudo de caso em Florianópolis – SC.** Florianópolis, 2007.

METSERVICE. **Measuring Rain.** Disponível em: <<http://blog.metservice.com/tag/rain-gauge>>. Acesso: 20 jun 2014.

MINIKOVSKI, Marcelo. **Sistemas de aproveitamento de água de chuva no município de Irati (PR).** Curitiba, 2009.

MARTINI, Felipe. **Potencial de economia de água potável por meio do uso de água de chuva em São Miguel do Oeste – SC.** Florianópolis, 2009.

NATURALTEC. **Meios de filtração e carvão ativado.** Disponível em: <<http://www.naturaltec.com.br/>>. Acesso: 15 jul 2014.

PARACLETO, Instituto. **Pelo uso restrito e controlado do amianto na produção e consumo no Brasil.** Disponível em: <<http://institutoparacleto.org/2012/08/24/pelo-uso-restrito-e-controlado-do-amianto-na-producao-e-consumo-no-brasil/>>. Acesso: 30 jul 2014.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. **Questionário sobre o uso da água pluvial.** Curitiba, junho de 2014a.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. **Planilha de Gastos Mensais com Água.** Curitiba, 2014.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. **Dia a dia educação – consulta escolas: infraestrutura – prédios.** Curitiba, 2014. Disponível em: <<http://www4.pr.gov.br/escolas/frmPesquisaEscolas.jsp>>. Acesso: 26 jun 2014.

PARANÁ. Departamento de Economia Rural. **Precipitação pluviométrica regional.** Curitiba, 2014b.

RAFT EMBALAGENS. **Tambor plástico tampa com anel metálico.** Disponível em: <<http://www.raftembalagens.com.br/ver-produto/15/tambor-plastico-tampa-com-anel-metalico/#ancprod>>. Acesso: 17 jun 2014.

RCM FARMA. **Mais de 2000 edifícios públicos terão amianto em sua construção.** Disponível em: <<http://www.rcmpharma.com/actualidade/saude/01-08-14/mais-de-2000-edificios-publicos-terao-amianto-na-sua-construcao>>. Acesso: 4 ago 2014.

SABESP. Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. **Consumo em M³ por habitante e equipamentos economizadores.** Disponível em: <<http://site.sabesp.com.br>>. Acesso: 18 jul 2014.

SCHMIDT, G. Cristine. Escola de Engenharia. Minas, metalúrgica e materiais. **Desenvolvimento de filtros de carvão ativado para remoção do cloro da água potável.** Porto Alegre, 2011.

SEMPRESUSTENTAVEL. **Aproveitamento de água de chuva de baixo custo para residências urbanas.** Disponível em: <<http://www.sempresustentavel.com.br/hidrica/aguadechuva/agua-de-chuva.htm>>. Acesso: 17 jun 2014.

SEMPRESUSTENTAVEL. **Manual de construção do separador “padrão” simples de água de chuva.** Disponível em: <<http://www.sempresustentavel.com.br/hidrica/minicisterna/separador-de-agua-de-chuva2.htm>>. Acesso: 17 jun 2014.

SNATURAL, Síntese Natural. **Água de chuva: captação, armazenamento e tratamento e filtros de água.** Disponível em: <<http://www.snatural.com.br>>. Acesso: 15 jul 2014.

TIGRE. **Dimensionamento de calhas do telhado**. Disponível em: <<http://www.tigre.com.br/enciclopedia>>. Acesso: 20 jun 2014.

THE IMAGINATION TREE. **Homemade Rain Gauges**. Disponível em: <<http://theimaginationtree.com/2012/04/homemade-rain-gauge.html>>. Acesso: 23 junho 2014.

UNITEK, RWL Water Group. **Carvão Ativado**. Disponível em: <[http:// www.unitekdo brasil.com.br/nos.php](http://www.unitekdo brasil.com.br/nos.php)>. Acesso: 21 jul 2014.

WOODLAND PARK ZOO. **Recicled Rain Gauge**. Disponível em: <<http://woodlandparkzblog.blogspot.com.br/2012/06/rain-or-shine.html>>. Acesso: 26 jun 2014.

