

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ – SETOR LITORAL
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM EDUCAÇÃO AMBIENTAL – ESPAÇOS
EDUCADORES SUSTENTÁVEIS

LUIZ FERNANDO FREIRE

PROJETO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DA CHUVA NO COLÉGIO ESTADUAL
SERTÃOZINHO – MATINHOS Pr.

MATINHOS
Junho/2014



Ministério da Educação
 Universidade Federal do Paraná
 UFPR Litoral
 Curso de Especialização Educação Ambiental com
 Ênfase em Espaços Educadores Sustentáveis



PARECER DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Orientador, Professor Mestre RANGEL ANGELOTTI, realizaram em 27/06/2014 a avaliação do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) do estudante LUIZ FERNANDO FREIRE, sob o título "APROVEITAMENTO DA AGUA DE CHUVA NO COLÉGIO ESTADUAL SERTÃOZINHO", para obtenção do Título de *Especialista em Educação Ambiental com ênfase em espaços Educadores Sustentáveis* pela Universidade Federal do Paraná – Setor Litoral, tendo o estudante recebido conceito "APL".

Matinhos, 27 de junho de 2014.


 Prof. MSc. RANGEL ANGELOTTI


 Esp. JOÃO RAFAEL DERON


 LUIZ FERNANDO FREIRE
 Estudante

Conceitos de aprovação
 APL = Aprendizagem Plena
 AS = Aprendizagem Suficiente

Conceitos de reprovação
 APS = Aprendizagem Parcialmente Suficiente
 AI = Aprendizagem Insuficiente

LUIZ FERNANDO FREIRE



**PROJETO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DA CHUVA NO COLÉGIO
SERTÃOZINHO – MATINHOS Pr.**

Trabalho apresentado ao Curso Especialização em Educação Ambiental – Espaços Educadores Sustentáveis da Universidade Federal do Paraná – Setor Litoral, como requisito à obtenção de especialização em Educação Ambiental - Espaços Educadores Sustentáveis.

Orientador: Prof. MSc. Rangel Angelotti.

**MATINHOS
Junho/2014**

Sumário

1 INTRODUÇÃO	6
2 DESENVOLVIMENTO	7
2.1 Calculo da área de contribuição do telhado.....	13
2.2 Dimensionamento do reservatório.....	14
2.3 Indicadores para cálculo de área de contribuição NBR 10844/19895.....	16
3 CONSIDERAÇÕES	17
4 REFERÊNCIAS	18

RESUMO

Os mananciais utilizados para abastecimento de água na área urbana tornam-se insuficientes devido ao aumento da demanda ou têm sua qualidade comprometida, gerando a necessidade de buscar alternativas capazes reverter o atual estado de uso deste recurso. Neste trabalho foi avaliado o potencial de aproveitamento de água de chuva num dos blocos de salas de aulas do Colégio Estadual Sertãozinho bem como o dimensionamento de seu reservatório. A partir dos resultados encontrados, conclui-se que a captação e utilização de águas pluviais em regiões urbanas, para fins não potáveis, apresentam-se como uma alternativa viável permitindo o direcionamento da água potável para atendimento a consumos mais nobres, à parcela maior da população, porém sua utilização necessita de estudos acerca da viabilidade e eficiência no atendimento dos usos a que será destinada e dimensionamento do sistema, observando as características locais, evitando assim, implantação de projetos inadequados que comprometam os aspectos positivos da alternativa.

Palavras chave: Água pluvial, Pluviômetro, reservatório.

ABSTRACT

The watershed used for water supply in the urban area become insufficient due to increased demand or have a compromised quality, creating the need to seek alternatives that revert the current state to use this feature. This study evaluated the potential use of rainwater in a block of classrooms in State College Sertãozinho well as designing its reservoir. From these results, it is concluded that the capture and use of rainwater in urban areas for non-potable purposes, presents itself as a viable alternative allowing the targeting of drinking water to meet the noblest consumption, the greater portion of population, but their use would require studies on the feasibility and efficiency of service uses that will be used, and designing the system, observing local features, thus avoiding deployment of unsuitable projects that compromise the positive aspects of the alternative.

1. INTRODUÇÃO

A cultura de um povo não é algo que se modifique instantaneamente, é necessário todo um processo de mudança, é preciso colocar em prática novas medidas que eduquem por meio de ações locais, melhorando o global. De acordo com Tomaz (2005, p. 17) “ Medidas são as tecnologias e mudanças de comportamento, chamadas de práticas, que resultam no uso mais eficiente da água”. Desse modo, nenhum lugar é melhor para adotar novas práticas ambientais e instaurar a Educação Ambiental do que a escola. É na escola que se aprendem novos hábitos, novos interesses, novas habilidades, a adquirir criticidade acerca de diversos assuntos, etc. Devido a isso que o local escolhido para a realização desse trabalho é um colégio. Afinal, a Educação Ambiental é conteúdo obrigatório e mostra ao estudante a importância de cuidar do meio ambiente (sejam eles crianças, jovens, adolescentes ou adultos) colocando em prática ações que possibilitem a materialização do pensamento e das ideologias ambientais. Com isso, uma das formas de otimizar o uso indiscriminado da água, remete ao processo de captação de água da chuva para fins não potáveis. A captação da água da chuva vem para complementar as demais atividades que já são realizadas na escola, como reciclagem, compostagem e separação de resíduos sólidos. É a perspectiva abstrata do aluno se modificando em uma perspectiva concreta. O projeto de captação da água da chuva fará com que o aluno consiga materializar, em dados quantitativos diversos dados como: o volume de água tratada que é utilizado todos os dias e também a economia monetária do colégio com a utilização do sistema de captação de água da chuva. A análise do problema de pesquisa indica exatamente qual a questão que se pretende resolver (LAKATOS, 2000). Neste trabalho o que se pretende solucionar são os problemas relacionados à escassez da água, pois a necessidade da água para a vida humana é em si conflituosa, pois ela é essencial em diversos usos e atividades sociais e econômicas. (VIANNA, 2005). Com esse projeto, buscam-se soluções para reduzir os impactos causados pelo uso inadequado da água.

“Desenvolvimento sustentável: é o crescimento econômico considerando o meio ambiente no seu processo produtivo, assegurando os recursos naturais em qualidade e quantidade suficientes às futuras gerações, para que o crescimento econômico torna-se um processo sustentável assegurando o equilíbrio ecológico e a igualdade social” (LEFF, 2001).

2. DESENVOLVIMENTO

De um modo geral, a água da chuva possui boa qualidade. Antes de sua precipitação ela passa por um processo que poderia ser descrito como uma "destilação natural". Esse processo faz parte do ciclo hidrológico (FIG. 01).



Figura 01 – Ciclo Hidrológico

Fonte: <http://pt.engormix.com/MA-avicultura/administracao/artigos/aproveitamento-agua-chuva-producao-t1525/124-p0.htm>

Envolvendo as etapas de evaporação, condensação e precipitação, realizando uma purificação parcial da água. Porém, dependendo da região na qual isso ocorre, a água da chuva pode apresentar poluentes em sua composição, captados da atmosfera, principalmente se essa chuva se formar próxima a grandes centros urbanos ou industriais. O pH da água da chuva

normalmente é neutro, variando de levemente ácido a levemente alcalino (5,8 a 8,6). Mas a composição da água da chuva pode ser alterada com compostos químicos presentes no ar, fazendo com que esse pH possa apresentar valores mais baixos, aumentando a acidez (chuva ácida), e podendo prejudicar plantações e alterar a qualidade dos solos onde ela se precipita. O presente trabalho foi desenvolvido no Colégio Estadual Sertãozinho, localizado na cidade de Matinhos leste do Paraná. De acordo com a localização cartográfica a cidade se encontra a 25°49'03" de latitude e 48°32'57" de longitude. Para viabilidade do desenvolvimento desse sistema foram realizadas, durante a pesquisa, diversas análises e medições, como os telhados, calhas, condutores, e dimensionamento do reservatório.

Para que houvesse interação com os alunos do Colégio Estadual sertãozinho foi proposto a criação de um instrumento para medir a quantidade de precipitação da água no local o pluviômetro, cujo significado seria: (pluvio = nuvem carregada de chuva + metro = medida). É um instrumento que recolhe a água da chuva e determina o valor da precipitação, medida em milímetros.

Para a confecção do mesmo foram utilizados os seguintes materiais:

Nº	Descrição	Quantidade
1	Garrafa pet transparente	1
2	Fita adesiva transparente	1
3	Régua de plástico	1
4	Areia	3 copos
5	Cimento	1 copo
6	Água	1/5 copo



Fig. 02 - Pluviômetro Artesanal

Fonte: <http://educador.brasilescola.com/estrategias-ensino/construcao-um-pluviometro.htm>

Procedimento para construção de um pluviômetro.

1° - Corta-se a parte de cima da garrafa logo abaixo onde termina a curva, fazendo assim um funil.

2° - Mistura-se a areia com cimento e coloca-se um pouco de água, formando uma massa, sem deixar ficar muito aguado.

3° - Coloca-se no fundo da garrafa até ficar levemente acima da linha entre a parte lisa e a curvatura da base.

4° - Bata nas laterais da garrafa para assentar bem a massa, ao chegar à linha, jogue um pouquinho de cimento sobre a água que deve ter empoçado, dê mais algumas batidinhas e deixe secar por 12 horas.

5° - Verifique se a superfície do cimento ficou bem plana. Caso não tenha ficado, jogue um pouquinho de cimento com água para deixá-la assim.

6° - Deixe secar por uns dois ou três dias.

7° - 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 cimentado da base da garrafa.

8° - Coloque o funil na boca da garrafa, conforme a foto acima.

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

Atuação dos estudantes do 8º C do Colégio Estadual Sertãozinho na separação dos materiais e preparação da argamassa de cimento e areia para a montagem do pluviômetro artesanal, conforme segue (FIG. 03 à 10).



Figura 03 – separação dos materiais.
Fonte: o autor



Figura 04 – preparação da argamassa.
Fonte: o autor



Figuras 05 e 06 – cortando e preparando a garrafa pet para construção do pluviômetro.
Fonte: o autor



Figuras 07 e 08 – colocação da argamassa para regularizar o fundo do pluviômetro e posicionando a régua.

Fonte: o autor



Figuras 09 e 10 – Pluviômetro construído pelos estudantes do 8ºC do Colégio Estadual Sertãozinho 2014.

Fonte: o autor

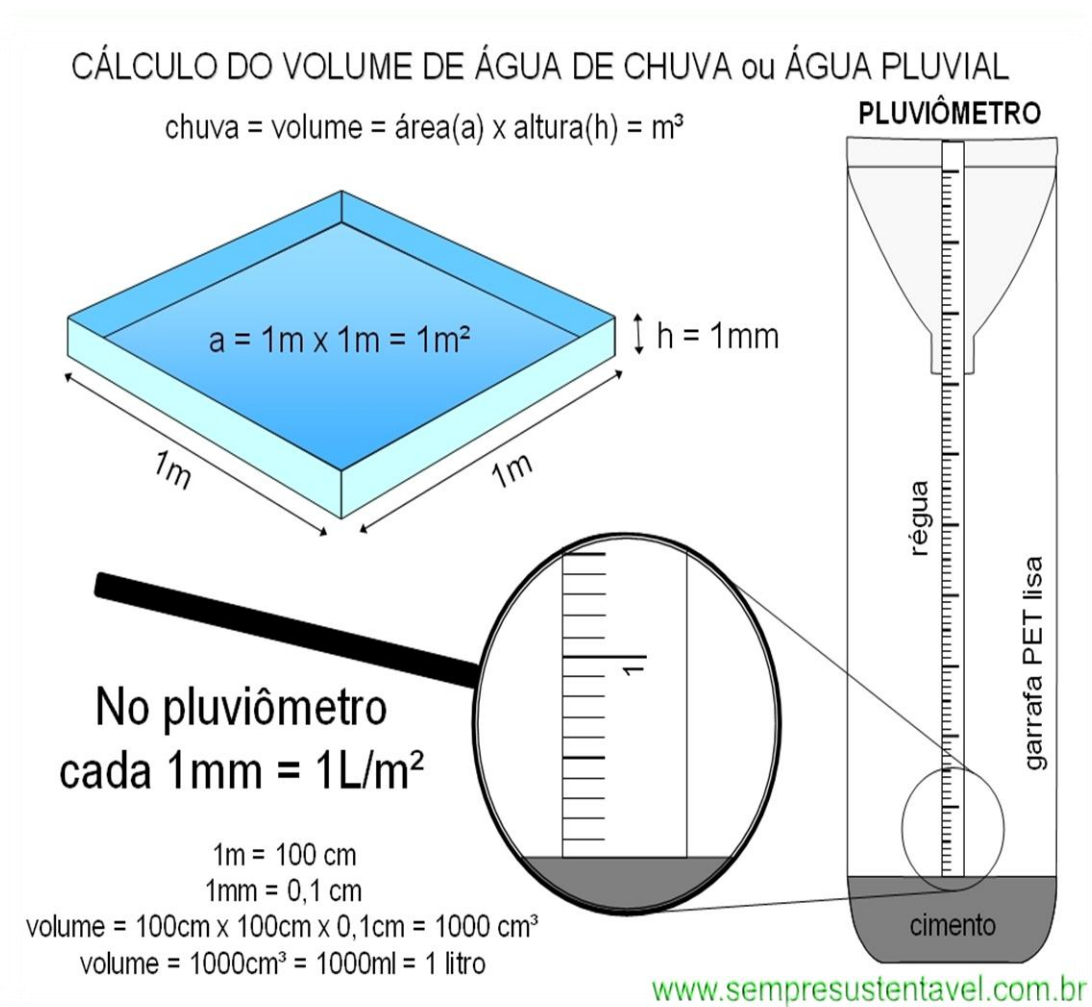


Figura 03 - Modelo para entender a leitura de um pluviômetro

Fonte: <http://www.sempresustentavel.com.br/hidrica/aguadechuva/agua-de-chuva.htm>

Seguindo as normas da NBR 10844/89 e também recomendações de TOMAZ (2005), calculou-se a intensidade pluviométrica do município de Matinhos, onde foi usado o tempo $t = 5$ min, conforme previsto na NBR 10844/89 e o período de retorno $Tr = 25$ anos, pois num ambiente como um colégio é intolerável que aconteçam empoçamentos ou extravasamentos. Para as demais variáveis foi utilizado o Programa Plúvio 2.1, sendo os valores das incógnitas do município de Matinhos as seguintes: $K = 2153,334$ $a = 0,155$ $b = 23,908$ $c = 0,889$. Desse modo, a intensidade é: $I = K \cdot Tr^a / (t + b)^c$ $I = 178,22$ mm/h.

IDF (Intensidade Duração e Frequência).

$I = K \cdot Tr^a / (t + b)^c$ onde:

I - intensidade;

t - duração; e

T_r - período de retorno.

a , b , c e k são os parâmetros empíricos, que variam de local para cada posto.

Para localização de cada telhado e também o seu formato e posição no prédio, apresenta-se (FIG. 04), um telhado com as características da cobertura do colégio Sertãozinho, com as medidas originais em formato 3D, para facilitar a análise e interpretação dos cálculos.

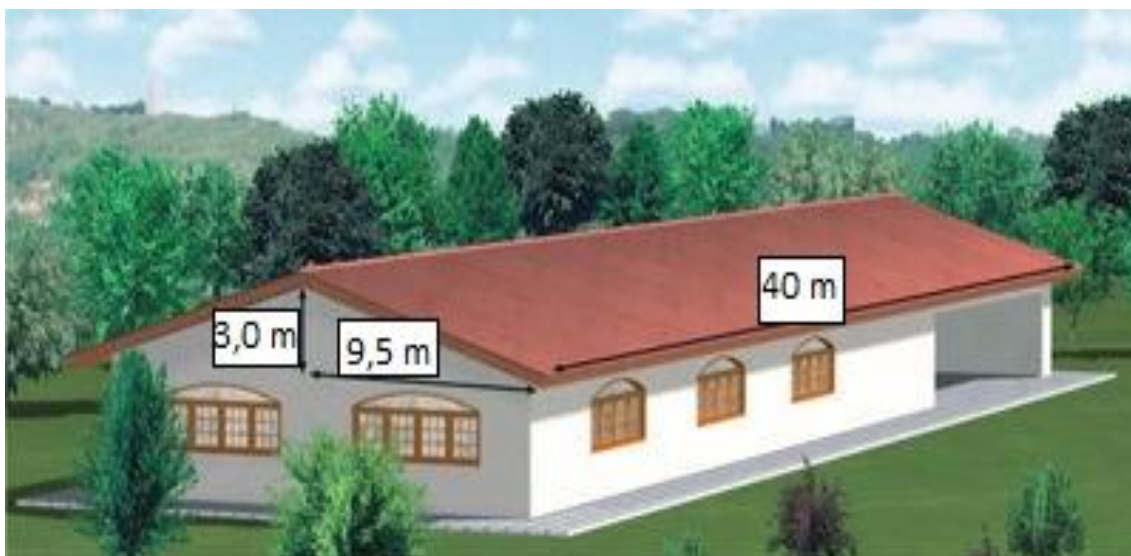


Figura 04 – Telhado representativo do bloco do Colégio Sertãozinho.

Fonte:

Onde: $a=9,5\text{m}$ $b=40\text{m}$ $h=3,0\text{m}$

2.1 Cálculo da área de contribuição do telhado

As áreas de contribuição de cada telhado foram calculadas, com a seguinte formulação $A = (a+h/2) \cdot b$, (FIG. 04) que resultara em valor estimado de 440 m² de área coberta. Com as áreas de contribuição calculou-se se a vazão do projeto, o qual representa o maior volume de água que poderá ser captado nesse sistema, Vazão do projeto (Total) $Q = I \cdot A / 60$ onde: Q = Vazão de projeto (L/min); I = Intensidade pluviométrica (mm/h); A = Área de contribuição ou área de captação (m²), assim: $Q = 178,22 \cdot A / 60$, $Q = 1306,95$ L / min ou 21,78 L / s

2.2 Dimensionamento do reservatório

Para calcular a vazão da calha foram consideradas os padrões daquelas tipo PVC, tendo as seguintes medidas: largura: 0,3 m e altura 0,09 m. Assim temos o resultado da área e perímetro da mesma: $A = 0,3 \cdot 0,09 = 0,027$ e $P = 0,3 + 0,09 + 0,09 = 0,48$, calculando-se o seguinte resultado da vazão da calha: $Q = K \cdot S/n \cdot R^{H2/3} \cdot i^{1/2}$, (formula de Manning) onde: Q = Vazão (L/min); S = Área da seção molhada (m²); n =(0,011) Coeficiente de rugosidade; R H = Raio Hidráulico (m) = A/P (área molhada/perímetro molhado); (TOMAZ, 2005). i = Declividade da calha 0,5%(m/m); K = 60.000 , assim: $Q = 1528,84$, L / min ou 25,48 L/s.

Segundo a SIMEPAR, é possível concluir que a precipitação média anual do município de Matinhos Pr, é de 163 mm de acordo com a tabela da (FIG. 05). Portanto o dimensionamento do reservatório segue-se: $V = 0,042 \cdot P \cdot A \cdot T$, (método de Azevedo Neto) onde: V = volume do reservatório em litros; P = Precipitação média anual (mm); A = área de captação (m²); T = número de meses com pouca chuva ou seca, terá um volume de $V = 0,042 \cdot 163 \cdot 440 \cdot 2 = 6.024,48$ l.

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
Temperatura máxima média (°C)	28,3	27,4	27,4	25,1	23,9	20,9	21,9	21,6	21,0	22,9	24,3	26,2	24,2
Temperatura mínima média (°C)	18,7	19,0	18,3	15,7	13,1	11,1	10,9	12,0	12,8	14,3	15,7	17,5	14,9
<u>Precipitação</u> (mm)	261,5	313,1	263,5	159,9	116,6	105,5	64,8	83,0	129,0	157,3	139,5	161,4	1 955,1

Figura 05 - Tabela de temperatura e precipitação anual
Fonte: Jornal do Tempo

A montagem da tubulação para a captação da área de contribuição segue conforme (FIG. 06).: partindo da captação das calhas a tubulação segue por gravidade até o reservatório onde este permanece a uma altura determinada um pouco abaixo do telhado, para que possa através da gravidade servir às torneiras, as quais deverão ser sinalizadas como água não potável ou água cinza.



Fig.06 - Exemplo da montagem de um sistema de captação de água pluvial.

Fonte: <http://www.portal.ufpa.br/imprensa/noticia.php?cod=8659>

2.3 Indicadores para cálculo de área de contribuição NBR 10844/19895

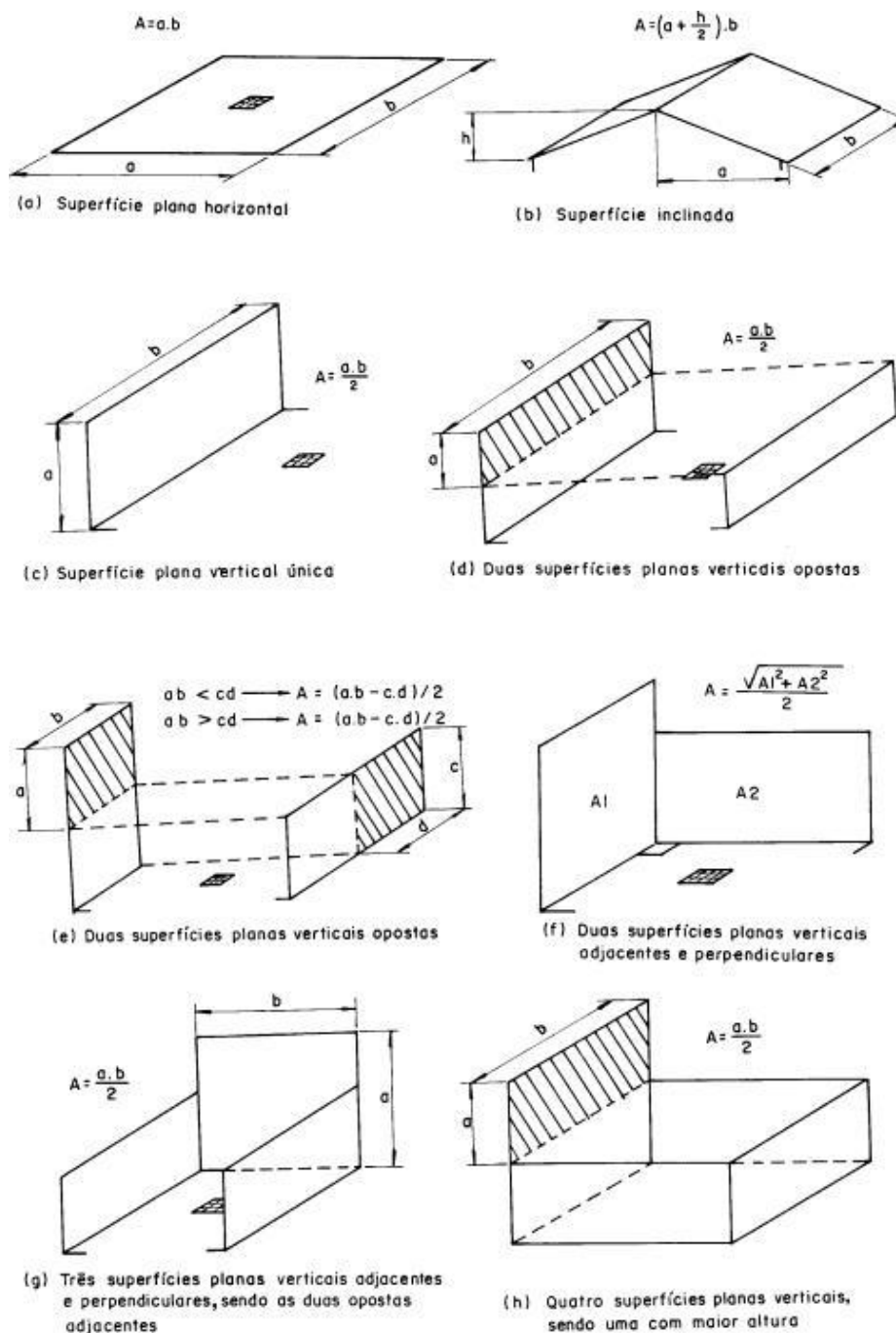


Figura 07 - Indicações para cálculos da área de contribuição NBR 10844/19895.

Fonte: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAe2eYAJ/nbr-10844-89-instalacoes-prediais-aguas-pluviais?part=3>

3. CONSIDERAÇÕES

O sistema de captação de água da chuva foi dimensionado para o Colégio Estadual Sertãozinho, porém serve de modelo para os demais empreendimentos de educação. Com a instalação do sistema de captação de água pluvial ter-se-á uma redução significativa no consumo e água tratada, e espera-se uma redução do consumo de água potável. Porém nenhum valor de construção do projeto, ou tempo de resgate destes valores substitui a importância ambiental do projeto, usando esta água para abastecer exclusivamente as descargas dos sanitários e ser utilizada também na limpeza e lavagem dos pisos, salas de aulas e outros lugares do colégio. Mudanças no cenário ambiental tornam o futuro algo incerto, duvidoso e complexo, por isso são necessárias medidas hoje para minimizar os impactos e preservar o mundo amanhã esse é o propósito da sustentabilidade.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10844 – Instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro, 1989. 13 p.

CAPTAÇÃO de água pluvial. Disponível em: <http://www.portal.ufpa.br/imprensa/noticia.php?cod=8659>. Acesso em 13/02/2014.

CICLO HIDROLÓGICO. Disponível em: <http://pt.engormix.com/MA-avicultura/administracao/artigos/aproveitamento-agua-chuva-producao-t1525/124-p0.htm>. Acesso em 20/03/2014.

LAKATOS, E. M. **Metodologia Científica**. 3ª Ed. São Paulo: Atlas, 2000. 289 p.

PLUVIOMÊTRO, construção. Disponível em: <http://educador.brasilecola.com/estrategias-ensino/construcao-um-pluviometro.htm>. Acesso em 20/04/2014.

SOFTWARE PLÚVIO 2.1 - **desenvolvido pelo Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos (GPRH), no Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa**. Disponível em: <http://www.ufv.br/dea/gprh/software.htm>. Acesso em 15/05/2014.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva**. Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis. 2. Ed. São Paulo: Navegar Editora, 2005. 180 p.

VIANNA, P. . A água vai acabar? A importância dos conflitos pela água na formação do Brasil.

ALBUQUERQUE, E. S. **Que país é esse? Pensando o Brasil contemporâneo**. São Paulo: Globo, 2005. p. 341-368.

LEFF, Enrique. **Saber Ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade**, poder/Enrique Leff. Tradução de Lúcia Mathilde Endlich Orth. Petrópolis: Editora Vozes, 2001.

